GRAĐEVINAR

2 ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA XII. VELJAČA 1960.

»GRAĐEVINAR«

GOD. XII. BROJ 2

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.
Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!
Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.
RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Dr. ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 400-703-5-1151

Tisak »VJESNIK« – pogon »TIPOGRAFIJA«, Zagreb

GRAĐEVINAR

GOD. XII. VELJAČA 1960. BROJ 2

PRORAČUNAVANJE VIŠESPRATNIH ZGRADA SA KRUTIM PREGRADNIM STIJENAMA

Dr. Ing. **Otto Werner**, Zagreb

Krute pregradne stijene djeluju povoljno na stabilitet zgrada, naročito za preuzimanje horizontalnih sila kod uskih višespratnih objekata. Kod takovih objekata najveći udio u veličini momenata daju horizontalna opterećenja, pa je poželjno da se taj udio smanji i da se dovoljno točno odredi njegova veličina. Kod niskih objekata bit će dovoljno da pregradne stijene smatramo apsolutno krutima, da one čvrsto pridržavaju na njima priključene relativno vitkije elemente, grede i stupove i da na spoju greda sa stijenom nema pomaka ni zaokreta. Takove stijene smatramo statički određenim konsolama, na koje djeluju vanjski tereti i rezne sile priključnih elemenata.

Kod viših objekata ne možemo unaprijed zanemariti deformiranje samih pregradnih stijena ili je barem potrebno kod proračuna uzeti u obzir deformaciju tla ispod temelja konsolnih stijena. Proračunavanje postaje s tim zahtjevom složenije i opširnije, te je povoljno da se ispitivanje provede postepenom aproksimacijom, naročito ako je konstrukcija u poprečnom smjeru sastavljena iz elemenata sa vrlo različitim krutostima. Takav postepeni način ispitivanja bit će praktički i jedino moguć, ako ispitujemo prostornu cjelinu, odnosno cijeli objekat, koji se sastoji od ravnih okvirnih sistema, međusobno spojenih stropovima ili samo uzdužnim, torziono krutim gredama.

Postepena aproksimacija kod proračunavanja daje nam i mogućnost da tokom proračuna procijenimo, koje uplive treba ispitati, a koje možemo zanemariti. Možemo ispitati najprije samo utjecaj elastičnog popuštanja tla ispod temelja krutih stijena, zanemarujući deformaciju stijena. S tako dobivenim reznim silama u priključenim gredama možemo odrediti deformaciju stijena i s tim deformacijama korigirati veličine reznih sila, i t. d. U ovom članku je pokazano ispitivanje dviju visokih stijena, koje su međusobno spojene prečkama, te ispitivanje okvira, kod kojih su krute stijene gredama spojene sa stupovima vitkima u odnosu prema stijenama.

I. Dvije jednake paralelne stijene, međusobno spojene prečkama jednakog presjeka i u jednakim razmacima

Okvir oblika opisanog u naslovu, možemo ispitati direktno, bez iteracija, ako je zadano opterećenje i ako okvir nije elastično spojen sa drugim okvirima, koji sprečavaju slobodnu deformaciju. Taj je uslov ispunjen, ako su svi okviri u zgradi istog oblika, s istim horizontalnim opterećenjem, ili ako su okviri međusobno spojeni stropovima, koji su u svojoj ravnini tako kruti, da osiguravaju jednoliku raspodjelu ukupnog horizontalnog opterećenja na sve okvire.

U časopisu »Građevinarstvo u svetu« (br. 4. 1957. god.) objavljen je prijevod članka Marcel-a Tessier-a »Stabilnost visokih građevina na vetar«. U tom članku ispitan je okvir, koji je po obliku jednak okviru, koji ćemo ovdje tretirati, ali je ispitivanje provedeno samo za dva ekstremna slučaja temeljenja; za potpunu upetost stijene u tlo i za zglobni spoj stijene s temeljima. Obično nije ni jedan od tih slučajeva u skladu s faktičnom izvedbom. Potpunu upetost možemo pretpostaviti jedino ako je temelj stijena ukliješten u čvrstoj stijeni. Zglobni ležaj stijene mogao bi se približno konstruktivno provesti, ali bi to značilo koncentraciju reakcije stijene u jednoj točki, pa bi stijene bile opterećene kao visoki nosači za vertikalno opterećenje, što bi zahtijevalo jaku dodatnu armaturu. Pored toga, zbog koncentracije vertikalnog opterećenja u zglobu, bi nastali veliki momenti u temeljima. Neka proizvoljna interpolacija između ta dva prikazana slučaja, za slučaj kada su stijene elastično poduprte, bit će u najmanju ruku nesigurna, a iz izvoda i primjera vidjet će se, da je ispravna interpolacija bez dužih ispitivanja nemoguća.

Prikazat ćemo točniji način ispitivanja opisane konstrukcije, kod kojeg uzimamo, da je odnos širine stijene prema visini takav, da stijene možemo smatrati niskim nosačima, za koje važi Navier-ova pretpostavka o ravnim presjecima. Za određivanje elastične upetosti mora nam biti poznat koeficijenat podloge c, koji daje vezu između deformacije z i napona σ u tlu.

$$\sigma = c \cdot z$$

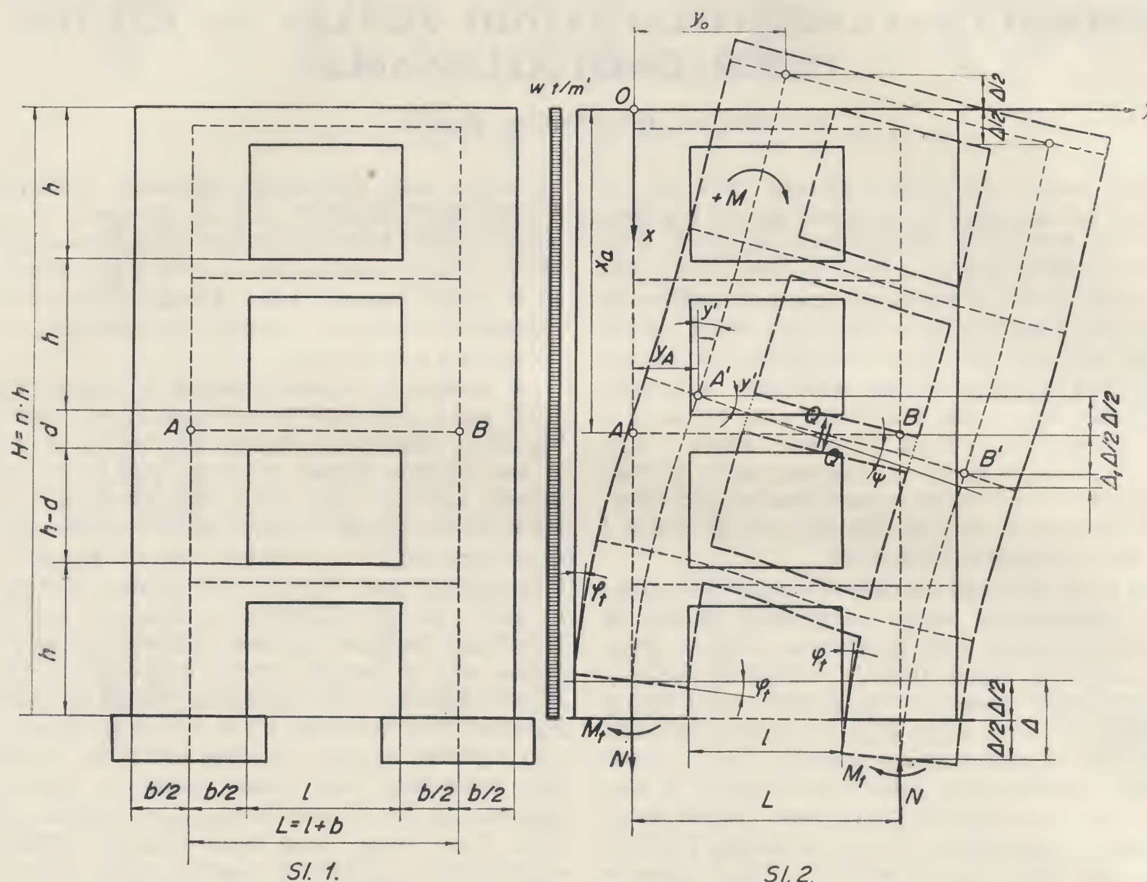
Veličinu c možemo za razna tla i razne veličine ležajnih površina izvaditi iz priručnika. Ona znači neki prosječni koeficijenat, koji je pokusom određen uz pretpostavku, da je napon u jednoj točki tla ovisan samo o deformaciji u toj točki i da je proporcionalan toj deformaciji. S tom veličinom dobivamo jednostavne računske izraze; točnije bi bilo da ispitamo deformaciju temelja na elastičnom poluprostoru. Budući da izbor veličine

c bitno utječe na rezultate, bit će ispravno da se proračun provede za granične moguće veličine c, ako se ta veličina ne može odrediti dovoljno točno.

U sl. 1 prikazana je konstrukcija s oznakama glavnih dimenzija a u sl. 2 pokazana je deformacija okvira.

Iz slike 2. dobivamo za $\varphi = \frac{dy}{dx} = y'$ iz geometrijskog odnosa

$$\Delta_1 = -(y' L + \Delta), \quad \psi = \frac{\Delta_1}{l}$$



Sl. 1. Sl. 2.

W — opterećenje na jedinicu visine za cio okvir,

$q = \frac{W}{2}$ — opterećenje jedne stijene zbog simetrije konstrukcije, ako zanemarujemo skraćivanje preški i ako koncentrirano opterećenje stijene od uzdužnih sila u prečkama zamijenimo kontinuiranim opterećenjem,

I_0 — momenat inercije jedne stijene,

I — momenat inercije jedne prečke,

$\frac{I}{h}$ — momenat inercije prečke po jedinici visine stijene,

E — modul elastičnosti stijena i prečaka,

$F_1\, I_t$ — površina i momenat inercije temelja,

c — koeficijent podloge,

$\frac{\Delta}{2}$ — vertikalni pomak temelja jednog zida,

φ_t — kut zaokreta temelja.

i dalje s poznatim izrazima

$Q_g = \frac{12\,EI}{l^3}\,\Delta_1$ — poprečna sila u jednoj prečki,

$t = \frac{Q_g}{h} = 2\,\alpha\,\Delta_1$ — poprečna sila u prečki na jedinicu visine stijene, $\alpha = \frac{6\,EI}{h\,l^3}$

$m = t\,\frac{L}{2}$ — momenat u stijeni od sila t,

$N_x = \int_0^x t\,d\,x, \; N = \int_0^H t\,d\,x$ — normalna sila u zidu.

Odnos između normalne sile N i relativnog vertikalnog pomaka daje

$$\Delta = \frac{2N}{cF} = \frac{2}{cF}\int_0^H t\,d\,x = -\frac{4\alpha}{cF}\int_0^H (y' L + \Delta)\,d\,x$$

i dalje

$$\Delta = -\frac{4\,\alpha\,L}{cF + 4\alpha H}\int_0^H y'\,d\,x = \frac{L}{\frac{cF}{4\alpha} + H}\,y_{x=0} \qquad (1)$$

Sa $y_{x=0} = y_0$ i $\dfrac{L}{\dfrac{cF}{4\alpha} + H} = K$ dobivamo $\Delta = K y_0$.

Od djelovanja opterećenja q i m dobivamo momenat u stijeni

$$M_x = -\frac{qx^2}{2} + \int_0^x m\,dx.$$

Sa

$$M_x = -EI_0 y''$$

iako u izrazu za *M* uvrstimo izraz za *m* dobivamo,

$$E I_0 y'' = \frac{qx^2}{2} \alpha L^2 \int_0^x y'\,dx + \alpha L \Delta x \qquad (2)$$

Ako jednadžbu (2) deriviramo po x i sredimo, dobivamo za progib y diferencijalnu jednadžbu III stepena s konstantnim koeficijentima

$$y''' - \frac{6I}{J_0} \frac{L^2}{hl^3} y' = \frac{qx}{EI_0} + \frac{\partial I}{J_0} \frac{L}{hl^3} \Delta \qquad (3)$$

Sa $\dfrac{6I}{I_0} \dfrac{L}{hl^3} = \gamma$, dobivamo

$$y''' - \gamma L y' = \frac{q}{EI_0} x + \gamma \Delta \qquad (4)$$

i dalje sa $y' = u$,

$$u'' - \gamma L u = \frac{q}{EI_0} x + \gamma \Delta \qquad (5)$$

Partikularno rješenje nehomogene diferencijalne jednadžbe (5) glasi

$$u = -\frac{q}{EI_0} \frac{1}{\gamma L} x - \frac{\Delta}{L} \qquad (7)$$

Sa $r = +\sqrt{\gamma L}$ (dimenzije m^{-1}) dobivamo općenito rješenje nehomogene diferencijalne jednadžbe za u

$$u = C_1 e^{rx} + C_2 e^{-rx} - \frac{q}{E I_0 r^2} x - \frac{\Delta}{L} \qquad (8)$$

Budući da je $y = \int u\,dx$, dobivamo općeniti izraz za y

$$y = C_3 e^{rx} + C_4 e^{-rx} - \frac{q}{2 E I_0 r^2} x^2 - \frac{\Delta}{L} x + C_5 \qquad (9)$$

$$C_3 = \frac{C_1}{r}, \qquad C_4 = -\frac{C_2}{r}.$$

Tri integracione konstante i veličinu Δ možemo odrediti iz četiri uvjeta:

$x = 0$, $\quad y'' = u' = 0$, $\quad K y_0 = \Delta$,

$x = H$, $\quad y' = u = \dfrac{M}{c I_t}$ $\quad y = 0$.

Treći uvjet kaže, da je kut nagiba osi stijene jednak kutu zaokreta temelja.

Kod izvoda se pojavljuje koeficijent podloge na dva mjesta

$$\Delta = \frac{2N}{cF} \text{ i } y' = \frac{M}{c I_t}.$$

Kod točnijeg ispitivanja, promatrajući temelj na elastičnom poluprostoru, dobili bismo mjesto gornjih izraza izraze oblika

$$\Delta = k_1 N \text{ i } \varphi = k_2 M.$$

Koeficijente k_1 i k_2 morali bismo odrediti za određeni oblik temelja i za određena elastična svojstva tla.

S tako određenim veličinama mogli bismo provesti daljnji proračun, ali samo ako su k_1 i k_2 konstante.

Sa dva uvjeta za y' i y'' možemo iz jednadžbe (8) dobiti

$$C_1 = C_2 + \frac{q}{E I_0 r^3},$$

$$C_2 = \frac{\dfrac{q}{E I_0 r^2}\left(H - \dfrac{e^{rH}}{\gamma}\right) + \dfrac{q}{c I_t r^2}(1 - e^{rH}) + \dfrac{\Delta}{L}}{2\left(\text{ch}\, rH + r \dfrac{E I_0}{c I_t} \text{sh}\, rH\right)} = \frac{A}{B}$$

$$r^2 = \gamma L = \frac{6I}{I_0} \frac{L^2}{hl^3}.$$

Sa graničnim uvjetom $y = 0$ za $x = H$ dobivamo iz jednadžbe (9)

$$C_5 = -C_3 e^{rH} - C_4 e^{-rH} + \frac{q}{2E I_0 r^2} H^2 + \frac{\Delta}{L} H$$

ili, ako u izrazu za C_2 označimo brojnik sa A i nazivnik sa B

$$C_5 = -\left(\frac{A}{B} + \frac{q}{E I_0 r^3}\right)\frac{e^{rH}}{r} + \frac{A}{B}\frac{e^{-rH}}{r} + \frac{q H^2}{2 E I_0 r^2} + \frac{\Delta}{L} H.$$

S ovim integracionim konstantama dobivamo progib za $x = 0$, i jednadžbu za direktno određivanje veličine Δ

$$y_0 = C_3 + C_4 + C_5 = \frac{q}{E I_0 r^4} + C_5 = \frac{\Delta}{K}.$$

Jednostavnije je da unaprijed odredimo približnu veličinu za Δ i pomoću nje izračunamo prve vrijednosti za integracione konstante C_1, C_2 i C_5 te y_0 i kontrolnu veličinu $\Delta' = K y_0$, koja bi morala biti jednaka pretpostavljenoj odnosno aproksimativno određenoj veličini Δ. Ako je $\Delta' = \Delta$, znači da je odabrana veličina bila ispravna. Ako je $\Delta' \neq \Delta$, moramo provesti korekciju, tako da konačno dobivamo

$$\Delta + d\Delta = \Delta' + d\Delta' \qquad (10)$$

Nadalje dobivamo iz drugog izraza za C_5 sa $dA = \dfrac{d\Delta}{L}$

$$d\Delta' = \frac{K}{L}\left(-\frac{e^{rH}}{rB} + \frac{e^{-rH}}{rB} + H\right) d\Delta.$$

Ako taj izraz uvrstimo u jednadžbu (10) i zanemarimo srednji član u zagradi, jer je obično malen u odnosu na ostala dva člana, dobivamo

$$d\,\Delta = \frac{\Delta' - \Delta}{\left[1 - \frac{K}{L}\left(H - \frac{e^{rH}}{rB}\right)\right]} \qquad (11)$$

Nadalje dobivamo

$$\left.\begin{aligned} d\,C_1 = d\,C_2 &= \frac{1}{B}\,\frac{d\,\Delta}{L}, \\ d\,C_5 = d\,y_0\,\frac{d\,\Delta'}{K} &= \left(H - \frac{e^{rH}}{rB}\right)\frac{d\,\Delta}{L} \end{aligned}\right| \qquad (12)$$

Vidimo da možemo početi sa $\Delta = 0$ kao prvom aproksimacijom kod proračuna. Naknadna korekcija je kod numeričkog proračunavanja jednostavnija.

Ako provedemo izračunate korekture, dobivamo konačne veličine integracionih konstanta i progiba y_0, koje ćemo u daljnjem razvoju označiti sa C_1, C_2 i y_0 umjesto sa $C_1 + d\,C_1$, $C_2 + d\,C_2$ i $y^0 + d\,y^0$. Pomoću tih konstanta možemo odrediti potrebne statičke veličine

$$\int_0^H m\,dx = \alpha\,L\,y_0\,(L - K\,H),$$

$$N = \frac{1}{2}\,c\,F\,K\,y_0.$$

$$\text{Za kontrolu: } N\,\frac{L}{2} = \int_0^H m_x\,dx,$$

$$N\,\frac{L}{2} = \frac{1}{2}\,q\,H^2 + M_{x=H}.$$

Momenti u stijeni

$$M_x = -E\,I_0\,r\,(C_1 e^{rx} - C_2 e^{-rx}) + \frac{q}{r^2} \qquad (13)$$

Momenti u prečkama

$$\left.\begin{aligned} M_g &= \frac{h\,l}{L}\,m = -\alpha\,h\,l\,(y'L + \Delta) \\ M_g &= -\alpha\,h\,l\,L\left(C_1 e^{rx} + C_2 e^{-rx} - \frac{q\,x}{E\,I_0\,r^2}\right) \end{aligned}\right| \qquad (14)$$

Prikazati ćemo način za približno određivanje veličine Δ i momenta M_t, pomoću kojeg možemo i jednostavno procijeniti upliv promjene koeficijenta *c*. Iz izvoda vidimo, da je veličina *N* a prema tome i $\int_0^H m\,dx = N\,\frac{L}{2}$, određena sa y_0, pomakom najviše točke O, a da nije ovisna o obliku deformirane stijene. Prema tome možemo zaključiti, da ćemo dobiti dobre približne veličine za y_0, a i za $\Delta = K\,y_0$, ako zanemarimo deformaciju zida, te provedemo proračun za $I_0 = \infty$, za elastično upeti potpuno kruti zid. U tom slučaju imamo sa istim oznakama kao i u dosadašnjem izvodu

$$y = y_0\left(1 - \frac{x}{H}\right)$$

i dalje

$$y' = -\frac{y_0}{H},\quad \Delta_1 = -(y'L + \Delta) = \frac{y_0}{H}\,L - \Delta.$$

Analogno izvodima za općeniti slučaj imamo dalje

$$t = 2\,\alpha\left(\frac{y_0}{H}\,L - \Delta\right),$$

$$m = \alpha\,L\left(\frac{y_0}{H}\,L - \Delta\right),$$

$$\int_0^H m\,d\,x = \alpha\,L\,(y_0\,L - \Delta\,H).$$

Za $x = H$:

$$M_t = c\,I_t\,y' = c\,I_t\,\frac{y_0}{H}.$$

Iz uvjeta ravnoteže slijedi

$$\frac{1}{2}\,gH^2 = \int_0^H m dx - M_t = \alpha\,L\,(y_0 L - \Delta\,\Delta\,H) + c\,I_t\,\frac{y_0}{H} \qquad (15)$$

Sa

$$N = \int_0^H t\,dx = t\,H = 2\,\alpha\,(y_0\,L - \Delta\,H) = \frac{1}{2}\,\Delta\,c\,F.$$

Ako u jednadžbu (15) uvrstimo $\Delta = K\,y_0$, dobivamo

$$y_0 = \frac{\frac{1}{2}\,g\,H^2}{\alpha\,L\,(L - K\,H) + \frac{c\,I_t}{H}}. \qquad (16)$$

Sa y_0 su određene i ostale statičke veličine. Možemo očekivati, da će y_0 i Δ biti približno jednake veličinama, koje dobivamo po općem načinu ispitivanja, ali ostale veličine:

$$m = \alpha\,L\left(\frac{y_0}{H}\,L - \Delta\right),$$

$$M_g = \alpha\,l\,h\left(\frac{y_0}{H}\,L - \Delta\right) = m\,\frac{h\,l}{L}$$

$$\text{i}\quad M_x = -\frac{q\,x^2}{2} + m\,x$$

bitno se razlikuju od onih, koje su određene po točnijoj metodi. Na jednom primjeru prikazat ćemo rezultate jednog i drugog načina proračunavanja

II. Primjer

Zbog uspoređivanja rezultata istražen je isti sistem, koji je ispitan u navedenom prijevodu članka Marcel-a Tessier-a u »Građevinarstvu u svetu«.

Sa oznakama po slici 17 i slici 2 imamo:
stijena, d = 30 cm,

— $H = 60$ m, $b = 7{,}2$ m, $l = 1{,}6$ m, $L = 8{,}8$ m,
$I_0 = 9{,}33\ m^4$, $E \doteq 2{,}15 \cdot 10^5\ tm^{-2}$,
$EI = 2{,}0 \cdot 10^7\ tm^2$,

(»E« je odabrano tako, da se za EI dobije okrugli broj);

Prečke

— $d = 30$ cm, $d = 0{,}6$ m, $h = 3{,}0$ m,

— $I = 0{,}0054\ m^4$, $I_0 \doteq 1728\ I$;

temelj $7{,}2 \times 1{,}6\ m^2$

— $F = 11\ m^2$, $I_t = 50\ m^4$;

koeficijent podloge $c = 10\,000\ tm^{-3}$;
opterećenje

— $W = 1{,}0\ tm^{-1}$, $q = 0{,}5\ tm^{-1}$.

Za približno određivanje relativnog vertikalnog pomaka Δ nije potrebna naročita računska točnost. Imamo:

$$\alpha = \frac{6\,EI}{h\,l^3} = 0{,}56 \cdot 10^4,\quad K = \frac{L}{\frac{c\,F}{4\,\alpha} + H} = \frac{8{,}8}{64{,}8} = 0{,}1356,$$

$$\alpha L\,(L—KH) = 4{,}92\,(8{,}80 — 8{,}136) \cdot 10^4 = 3{,}27 \cdot 10^4\ t,$$

$$\frac{cI_t}{H} = 0{,}83 \cdot 10^4\ t,\quad q\,\frac{H^2}{2} = 900\ tm,$$

$$y_0 = \frac{\frac{1}{2}\,qH^2}{\alpha L(L—KH) + \frac{cI_t}{H}} = \frac{0{,}0900}{4{,}10} = 0{,}022\ m,$$

$$\Delta\,Ky_0 = 0{,}00298\ m.$$

S tim veličinama dobivamo

$$m = \alpha L\left(\frac{y_0}{H}\,L — \Delta\right) = 12\ tm \cdot m^{-1},$$

$$M_t = —\,cI_t\,\frac{y_0}{H} = —\,183\ tm.$$

Računska kontrola:

$$—\,M_t + mH = 902 \doteq \frac{1}{2}\,qH^2 = 900\ tm.$$

Za uspoređivanje s točnijim proračunom izračunat ćemo i

$$M_g = m\,\frac{h\,l}{L} = 6{,}6\ tm,$$

$$M_x = —\,q\,\frac{x^2}{2} + mx.$$ (Vidi tabelu na str. 42).

Kao prvu aproksimaciju za točniji proračun uzimamo

$$\Delta = 0{,}00298\ m;$$

imamo dakle $r = \sqrt{\gamma L} = \sqrt{\frac{6I}{I_0}\,\frac{L^2}{hl^3}} \doteq 0{,}148$. Da bismo dobili dovoljno točne brojčane vrijednosti, zbog kontrole je uzeto, da je $r = 0{,}148$, što znači neznatnu promjenu prema odabranim dimenzijama. S tom veličinom dobivamo:

$$r^2 = \gamma L = 2{,}19040 \cdot 10^{-2},\quad K = \frac{4\alpha L}{cF + 4\alpha H} = 0{,}13567,$$

$$4\alpha = \gamma L\,\frac{4EI_0}{L^2} = 2{,}26281 \cdot 10^4,\quad \alpha L(L—KH) = 3{,}28341 \cdot 10^4,$$

$$rH = 8{,}88,\quad r\,\frac{EI_0}{cI_t} = 5{,}92,\quad \frac{\Delta}{L} = 0{,}0003386,$$

$$\frac{q}{E\,I_0\,r^2} = 1{,}14134 \cdot 10^{-6},\quad \frac{q}{E\,I_0\,r^3} = 7{,}71175 \cdot 10^{-6},$$

$$\frac{q}{c\,I_t\,r^2} = 4{,}56538 \cdot 10^{-5},$$

$$e^{rH} = 7186{,}8\quad \frac{e^{rH}}{r} = 48560,\ ch\,rH \doteq sh\,rH = 3593{,}4 = \frac{1}{2}\,e^{rH}.$$

Određivanje konstanta C_1 i C_2 iz izraza na str. 39:

$\frac{q}{E\,I_0\,r^2}\left(H — \frac{e^{rH}}{r}\right)$	$—0{,}055\,355$
$\frac{q}{c\,I_t\,r^2}\,(1 — e^{rH})$	$—0{,}328\,058$
$\frac{\Delta}{L}$	$+\,0{,}000\,339$
$A =$	$—\,0{,}383\,074$

$ch\,rH =$	$3593{,}4$
$r\,\frac{E\,I_0}{c\,I_t}\,sh\,rH =$	$21273{,}0$
$B =$	$24866{,}4 \cdot 2 = 49732{,}8$

$$C_2 = \frac{A}{B} = —\,7{,}70267 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{q}{E\,I_0\,r^2} = +\,7{,}71175 \cdot 10^{-6}$$

$$C_1 = C_2 + \frac{q}{E\,I_0\,r^3} = 0{,}00908 \cdot 10^{-6}$$

Sada možemo izračunati C_3, C_4, C_5, y_0 i Δ'. Izraze za te veličine imamo na str. 39.

$—\,C_3\,e^{rH}$	$—\,0{,}000\,441$
$—\,C_4\,e^{-rH}$	$0{,}000\,000$
$\frac{q}{E\,I_0\,r^2} \cdot \frac{H^2}{2}$	$0{,}002\,054$
$\frac{\Delta}{L}\,H$	$0{,}020\,318$
$C_5 =$	$0{,}021\,931$
$C_4 =$	$0{,}000\,052$
$C_3 =$	$0{,}000\,000$

$$y_0 = C_3 + C_4 + C_5 = 0{,}021\,983\ m$$
$$\Delta' = K\,y_0 = 0{,}002\,982\,5\ m$$
$$\Delta = 0{,}002\,980\,0$$
$$\Delta' — \Delta = 0{,}000\,002\,5\ m$$

Korekcije možemo izračunati po izrazima (11) i (12):

$$d\Delta = \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{1 - 0,910} 28 \cdot 10^{-6},$$

$$dC_1 = dC_2 = 6,4 \cdot 10^{-11} \; 0,000\,064 \cdot 10^{-6},$$

$$dC_3 = dy_0 = 187 \cdot 10^{-6}$$

S tim korekcijama dobivamo konačne veličine

$$C_1 = (0,00909 + 0,000064) \cdot 10^{-6} = 0,009144 \cdot 10^{-6},$$

$$C_2 = (-7,70267 + 0,000\,064) \cdot 10^{-6} = = -7,70261 \cdot 10^{-6},$$

$$y_0 = 0,021\,983 + 0,000\,187 = 0,022170 \text{ m},$$

$$\Delta = 0,002\,980 + 0,000\,028 = 0,003008 \text{ m}.$$

Kontrola:

$$x = H, \; M_x = M_t \doteq -E I_0 r C_1 e^{rH} - \frac{q}{r^2} =$$

$$= 0,02707 e^{rH} - 22,8 = 171,7 \text{ tm},$$

$$\int_0^H m \, d_x = \alpha L y_0 (L - \varkappa H) = 727,9 \text{ tm},$$

$$M_t + \int_0^H m \, d_x = 899,6 \doteq 900 = \frac{1}{2} g H^2,$$

$$N = \frac{1}{2} \Delta cF = 165,4 \text{ t}, \qquad N \frac{L}{2} = 727,9 = \int_0^H m \, d_x.$$

Prikazana izračunavanja dokazuju potrebu točnog numeričkog računa, da bi se dobili rezultati sa dovoljnom točnošću.

Momente »M_x« u stijeni i momente »Mg« u prečkama, dobivamo pomoću izračunatih konstanti:

$$M_g = -E I_0 (C_1 e^{rx} - C_2 e^{-rx}) + \frac{q}{r^2} =$$

$$= -0,0271 e^{rx} + 22,80 e^{-rx} + 22,8,$$

$$M_g = -\alpha h l L \left(C_1 e^{rx} + C_2 e^{-rx} - \frac{qx}{E I_0 r^2} \right) =$$

$$= -0,002\,185 e^{rx} + 1,841 e^{-rx} + 0,2727x.$$

Momenti su izračunati i tabelarno prikazani u stugom stupcu. M′ je određen za $I_0 = \infty$. Iz grafičkog prikaza prijevoda članka Marcel-a Tessier-a dobiveni su momenti M‴ za $c = \infty$ i M″ za $c = \infty$ i sa zglobom kod temelja.

Ako usporedimo rezultate dobivene za pojedine načine proračunavanja i za različite pretpostavke, vidimo, da se relativno dobro slažu momenti, koji su izračunati po točnijoj metodi kod elastične upetosti (a) sa momentima, koji su određeni uz pretpostavku potpune upetosti stijena u temelje (d). Upliv elastičnosti podloge ne možemo prema tome odrediti jednostavno tako, da bismo uzeli aritmetičku sredinu između (c) i (d). Dobivene veličine znatno bi se razlikovale od ispravnih vrijednosti.

Uz pretpostavku da je $I_0 = \infty$ (stupac »b«) dobivamo upotrebive aproksimativne veličine samo za momenat kod temelja. Taj je po apsolutnoj vrijednosti u primjeru i najveći, i može služiti za određivanje dimenzija stijene i temelja. Kod visokih objekata bit će potrebno da se provede točniji proračun. Gornja granica za momente u prečkama približno je jednaka dvostrukoj prosječnoj vrijednosti. Faktične veličine u pojedinim gredama možemo s poželjnom točnošću odrediti samo točnijim proračunavanjem.

		M_x				M_g			
x	e^{rx}	M	M′	M″	M‴	M_g	M_g'	M_g''	M_g'''
0	1,00	0	0	0	0	1,8	6,6	1,9	1,8
6	2,43	13,3				2,4			
12	5,91	18,8	108	18	17	3,6	6,6	2,8	5,2
18	14,35	20,8				5,0			
24	34,90	21,3	144	22	20	6,5	6,6	6,5	8,8
30	84,40	20,2				8,0			
36	206,00	17,1	108	22	16	9,4	6,6	10,1	11,1
42	501,00	10,2				10,4			
48	1217,00	—10,2	0	18	—12	10,4	6,6	13,6	13,6
54	2957,00	—57,3				8,3			
60	7186,80	—171,7	—180	0	—180	0,7	6,6	14,8	0

M i M_g — rezultati po prikazanom strožijem izvodu,
M′ i M_g' — rezultati za $I_0 = \infty$,
M″ i M_g'' — rezultati po Marcel-u Tessier-u za $c = \infty$ i sa zglobom kod temelja,
M‴ i M_g''' — rezultati po Marcel-u Tessier-u za $c = \infty$ i kod upete stijene u temelj.

Prema izloženom vidimo, da je uputno visoke okvire sa dvije stijene ispitivati po točnijoj metodi, a pri tome treba i numerički račun što točnije provesti, da pogreške u rezultatima ne bi postale prevelike. Ispitat ćemo, da li je moguće dobiti jednostavniji, a ipak dovoljno točan način proračunavanja, tako da progib *y* prikazujemo u obliku trigonometrijskog reda.

III. Ispitivanje simetričnog okvira sa dvije stijene pomoću trigonometrijskih redova

Da bismo dobili izraz za *y*, koji će sa što manjim brojem članova dati što točnije rezultate, postavimo najprije izraz za momenat u stijeni M_x. Znamo, da je momenat jednak nuli za $x = 0$, a da će za $x = H$, kod priključka na temelj, nastati negativni momenat upetosti konačne veličine. Tomu odgovara izraz

$$M_x = -C_1 x + \sum_1^n A_i \sin \frac{i \pi x}{H} = -E I_0 y'',$$

$$M_t = M_{x=H} = -C_1 H.$$

Postepenim integriranjem dobivamo

$$E I^0 y' = C_1 \frac{x^2}{2} + C_2 + \sum_1^n A_i \frac{H}{i \pi} \cos \frac{i \pi x}{H},$$

$$E I^0 y = C_1 \frac{x^3}{6} + C_2 x + C_3 + \sum_1^n A_i \left(\frac{H}{i \pi} \right)^2 \sin \frac{i \pi x}{H}.$$

S oznakama kao kod I imamo

$$x = 0, \; y = y_0 = \frac{C_3}{E I_0},$$

$$x = H, \; y = 0, \; C_3 = -H \left(C_1 \frac{H^2}{6} + C_2 \right),$$

$$\Delta = K \frac{C_3}{E I_0}.$$

$$m = -\alpha L (y'L + \Delta),$$

$$m = -\frac{\alpha L^2}{E I_0}\left(C_1 \frac{x^2}{2} + C_2 + \sum_1^n A_i \frac{H}{i\pi} \cos\frac{i\pi x}{H} + \frac{K}{L} C_3\right) \quad (18)$$

U izrazu za *y* imamo n + 2 neodređenih konstanta. Za određivanje tih konstanta ostaju na krajevima *tri* uvjeta, jer je uvjet da je za $x = 0$, $M_x = 0$ već uzet kod postavke izraza za momenat M_x, a uvjet, da je za $x = H$ $y = 0$, već je iskorišten kod određivanja konstante C_3.

$$\left.\begin{aligned} x = 0,\ Q = 0,\ \frac{d M_x}{d x} - m = 0,\\ x = H,\ M_t = c I_t y',\\ Q_t = -q H,\ \frac{d M_x}{d x} + q H = m. \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

Ostalih $n - 1$ uvjeta, koji su nam još potrebni za određivanje konstanata dobivamo iz jednadžbe ravnoteže, koju možemo postaviti za $n - 1$ točku osi stijene, za $x = x_1$ do $x = x_{n-1}$. Iz uvjeta ravnoteže dobivamo kao i prije

$$\frac{d M_x}{d x} + q x = m.$$

Ako u ovu jednadžbu uvrstimo izraze za M_x i m dobivamo općenitu uvjetnu jednadžbu

$$-C_1 + \sum_1^n A_i \frac{i\pi}{H} \cos\frac{i\pi x}{H} + q x = -\frac{\alpha L^2}{E I_0}\left(C_1 \frac{x^2}{2} + C_2 + \sum_1^n A_i \frac{H}{i\pi} \cos\frac{i\pi x}{H} + \frac{K}{L} C_3\right) \quad (20)$$

Uvrstimo li redom u taj izraz $x_1, x_2, x_3 \ldots$ do x_{n-1} dobijemo $n - 1$ linearnih jednadžbi, koje zajedno s tri linearne jednadžbe za $x = 0$ i $x = H$ (19) daju $n + 2$ jednadžbe za $n + 2$ nepoznanica.

Iz jednadžbe (12) vidimo, da moramo uzeti barem dva, a vjerojatno i tri člana sinusnog reda, da bismo dobili upotrebljive rezultate. Kod dva člana, A_1 i A_2 imamo ukupno četiri nepoznatih konstanta, koje moramo odrediti. Prema tome će biti jednostavnije da se ispitivanje provede po gotovo izvedenim izrazima pod I, a kod toga dobivamo i računski točne rezultate. Da li će ti rezultati biti u skladu s praktičnim veličinama, ovisit će osim o točnosti proračuna i o ispravnom izboru koeficijenata podloge, odnosno točnijem proračunu koeficijenata k_1 i k_2 (strana 39) te o točnosti, s kojom je određen modul elasticiteta betona stijena i greda.

IV. Asimetrični okvir sa dvije stijene

Promatramo okvir, kod kojega stijene nisu jednake širine *b*, već imamo stijene širine b_1, b_2, s površinama F_1, F_2 i momentima inercije stijena i temelja I_1, I_2, I_{1t}, I_{2t}. Prečke s oznakom i raspodjelom kao kod I. Ispitiavnje postaje vrlo jednostavno, ako je ispunjen uvjet

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_{1t}}{I_{2t}}.$$

U tom slučaju možemo i za asimetriju upotrebiti gotove izraze, izvedene pod I.

Zbog spoja obiju stijena prečkama, one će se jednako deformirati, pa će biti

$$y_1 = y_2 \text{ i } y_1' = y_2'.$$

Zbog postavljenog uvjeta o jednakom odnosu momenata inercije stijena i temelja bit će i momenti upetosti stijena u temelje u istom odnosu kao i momenti u stijenama.

S veličinama na sl. 1 i sl. 2, dodajući indeks 1 kod oznake lijeve stijene, a indeks 2 kod oznaka desne stijene, dobivamo

$$L = l + \quad (b_1 + b_2),\ \Delta_1 = -(y'L + \Delta),$$

$$t = -2\alpha (y'L + \Delta),$$

$$N_x = \int_0^x t\, d x = -2\alpha \int_0^x (y'L + \Delta)\, d x.$$

Kako je i sada za $x = H$, $y_1 = y_2 = 0$, bit će

$$N = 2\alpha (L y_0 - \Delta H).$$

Za međusobni vertikalni pomak temelja dobivamo isti izraz kao pod I, ako sa *F* označimo

$$F = \frac{2 F_1 F_2}{F_1 + F_2},$$

$$\Delta = \frac{N}{c F_1} + \frac{N}{c F_2} = \frac{2 N}{c F}.$$

Prema tome dobivamo kao pod I sa $\alpha = \frac{6 E I}{h l^3}$,

$$\Delta = \frac{L}{\frac{c F}{4\alpha} + H} y_0 = K \cdot y_0.$$

Uvjet ravnoteže $\Sigma M = 0$ moramo sada postaviti za obje stijene, i on glasi

$$E (I_1 + I_2) y'' = \frac{w x^2}{2} = N_x L.$$

Ako podijelimo lijevu i desnu stranu sa 2, i odredimo sada, da je

$$I_0 = \frac{1}{2}(I_1 + I_2),$$

dobivamo istu diferencijalnu jednadžbu za progib kao kod I:

$$E I_0 y'' = \frac{q x^2}{2} + \alpha L^2 \int_0^x y'\, d x + \alpha L \Delta x.$$

Prema tome vrijede i svi ostali izvodi pod I. Moramo samo u formule uvesti srednji momenat inercije temelja.

$$I_t = \frac{I_{t,1} + I_{t2}}{2}.$$

Nakon što je određen progib y, dobivamo momente u stijenama i u prečkama

$$M_1 = -E I_1 y'', \quad M_2 = -E I_2 y''.$$

$$M_g = -\alpha h l (y' L + \Delta).$$

U prečkama ne će sada biti tlačna sila $N = h q$ kao kod simetričnog slučaja; za slučaj da je stijena 1 opterećena, bit će

$$N_q = W h \frac{I_2}{2 I_0}.$$

Kao i kod simetričnog okvira i ovdje mora odnos momenata inercije stijena I_1 i I_2 prema momentu inercije poprečne grede I biti tako velik, da možemo zanemariti deformaciju stijena zbog koncentracije momenata m u prečkama.

V. Krute stijene u spoju s normalnim okvirima

Za takove sisteme ne mogu se dati jednostavne konačne formule, ako želimo uzeti u obzir i deformaciju stijena. U tom slučaju možemo provesti ispitivanje po metodi postepene aproksimacije. Ako računavanja možemo provesti i ako imamo drugi raspored sa većim brojem stupova i sa dvije ili više stijena.

Promatramo okvir, koji je prikazan na slici 3. Horizontalno opterećenje je naznačeno, no istovremeno može da djeluje i vertikalno opterećenje ili samo vertikalno opterećenje.

Kod ispitivanja metodom deformacija imamo ove nepoznate pomake:

1) kut zaokreta stijene φ, koji određuje

a) kutove zaokreta čvorova *a:*

$$\varphi_{a,1} = \varphi_{a,2} = \varphi_{a,i} = \varphi,$$

b) kutove zaokreta štapova za stupove:

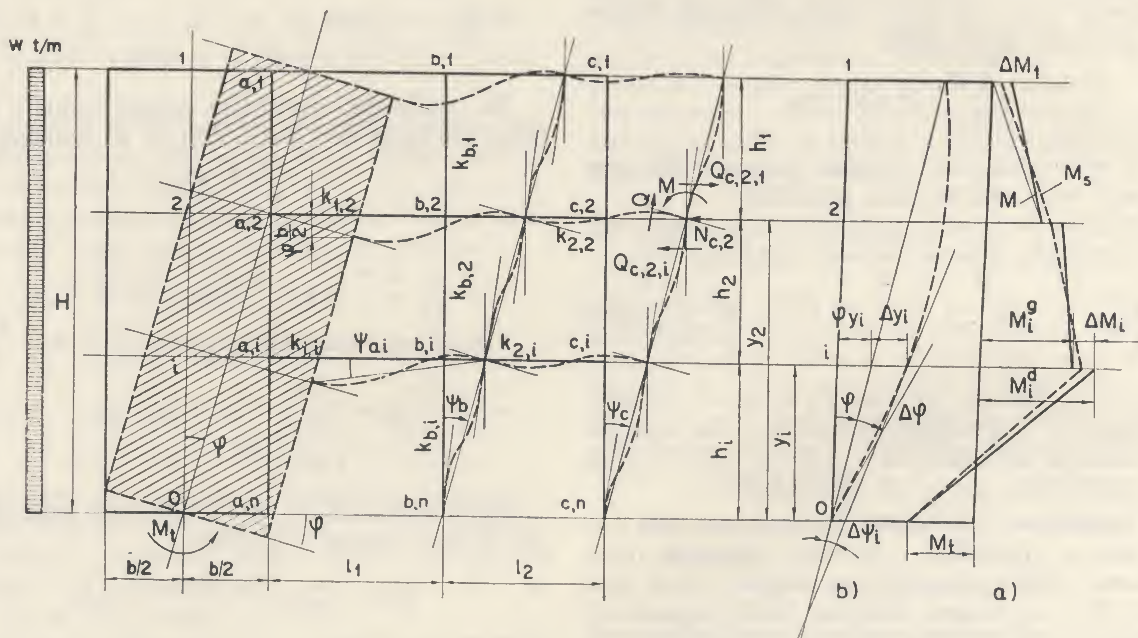
$$\psi_{b,i} = \psi_{c,i} = \varphi,$$

c) kutove zaokreta štapova za grede, koje su priključene na stijenu:

$$\psi_{ab,1} = \psi_{ab,2} = \psi_{ab,i} = \varphi \frac{b}{2 l_1}.$$

2) kutove zaokreta čvorova stupova:

$$\varphi_{b,i} = \varphi_{c,i}, \dots \varphi_{m,i}.$$



Sl. 3 Sl. 4

imamo jednu stijenu, koju možemo smatrati neizmjerno krutom ($I_0 = \infty$), možemo proračun provesti jednostavno po metodi deformacija, ako kod toga ispitamo samo utjecaj zaokreta temelja, a zanemarimo vertikalne pomake temelja. S tim pretpostavkama dobit ćemo dovoljne točne rezultate, ako je krutost prečki i stupova malena prema krutosti stijena. Kod izvoda potreban nam je koeficijent podloge c za određivanje elastične upetosti stijene u tlo. Ovdje vrijede za c iste primjedbe, koje su navedene pod I. Prikazat ćemo način izračunavanja za slučaj da imamo jednu stijenu i dva stupa na istoj strani stijene. Analogni način pro-

Općenito imamo kod m stupova i $(n-1)$ spratova $m\,n$ kutova.

Za svaki čvor i na stupovima imamo jedan uvjet ravnoteže

$$\sum_{O}^{K} Mi_k = 0,$$

ukupno dakle $m\,n$ uvjeta.

Iz uvjeta, da je suma momenata oko 0 jednaka nuli:

$$\Sigma M_0 = 0,$$

dobivamo $(m\,n + 1)$ uvjet, pa možemo sa $(mn+1)$ jednadžbom odrediti $(mn+1)$ nepoznanicu.

Za postavljanje uvjeta ravnoteže moramo odrediti rezne sile u presjecima greda kod spoja sa stijenom, dakle u presjecima a, i. Sa $k = \frac{I}{l\,I_o}$ kod štapova sa I = const dobivamo

$$M_{a,i} = k_{ai}\left[\left(4 + \frac{3\,b}{l}\right)\varphi + 2\,\varphi_{bi}\right] + \overline{M}_{ai},$$

$$M_{b,a,i} = k_{ai}\left[\left(2 + \frac{3\,b}{l}\right)\varphi + 4\,\varphi_{bi}\right] + \overline{M}_{bi},$$

$$Q_{ai} = -\frac{1}{l}(M_{ai} + M_{b,ai}) + Q^0_{ai},$$

ako poprečne sile u stupovima označimo u čvoru b,i sa $Q_{b,i,i+1}$ i $Q_{b,i,i-1}$, dobivamo horizontalnu silu u čvoru b,i

$$N_{b,i} = Q_{bi,i+1} - Q_{b,i,i-1}.$$

Za pozitivnu silu N_{bi} djelovat će u presjeku a,i tlačna uzdužna sila

$$N_i = \sum_{b=b}^{b=m} N_{bi}.$$

S tim veličinama dobivamo iz uvjeta $\Sigma M_o = 0$ (mn + 1) jednadžbu

$$\frac{W H^2}{2} - c\,I_t\,\varphi - \sum_1^{n-1} M_{ai} + \frac{b}{L}\sum_1^{n-1} Q_{ai} - \sum_1^{n-1} N_i y_i = 0.$$

Kod većeg broja opterećenja bit će rješenje jednostavnije, ako za pojedino opterećenje odredimo rezne sile najprije za $\varphi = 0$ i izračunamo potrebni pridržajni momenat $-M_o^x$. Ako rezne sile od opterećenja kod $\varphi = 0$, označimo sa M^x, Q^x i N^x, dobivamo

$$M_o^x = -\sum_1^{n-1} M_{ai}^x + \frac{b}{2}\sum_1^{n-1} Q_{ai}^x - \sum_1^{n-1} N_i^x y_i + \frac{W H^2}{2}$$

Konačni rezultat ćemo dobiti, ako reznim silama za $\varphi = 0$ dodamo rezne sile M^φ, N^φ, Q^φ, koje dobivamo ako stijenu opteretimo momentom M_o^x. Sistem možemo ispitati za opterećenje momentom $M_o^x = 1$ i odrediti jedinične rezne sile m_{ik}, q_{ik} i n_{ik}. Za svaki pojedini slučaj dobivamo konačne rezne sile

$$M_{ik} = M_{ik}^x + M_o^x m_{ik},$$
$$Q_{ik} = Q_{ik}^x + M_o^x q_{ik},$$
$$N_{ik} = N_{ik}^x + M_o^x n_{ik}.$$

Praktično ćemo prvo ispitati okvir za djelovanje vjetra, za momenat $M_o = \frac{1}{2} W H^2$. Dobivene rezne sile dijelimo sa M_v, pa dobivamo jedinične rezne sile za $M_o^x = 1$.

Kod dosadašnjeg razmatranja zanemarili smo vertikalne pomake temelja (zaokrete temelja stupova treba uzeti u obzir već kod prvog proračuna) i utjecaj deformacije stijena.

Vertikalne pomake stupova od vertikalnih opterećenja možemo obično unaprijed procijeniti i te pomake smatrati zadanima. Vertikalni pomak temelja zbog horizontalnog opterećenja možemo jednostavnije odrediti nakon što je sistem ispitan za horizontalno opterećenje. Nakon toga možemo procijeniti, da li treba ispitati upliv vertikalnih pomaka. Nakon što su određeni momenti $\overline{M}_{ik}$ bez zaokreta čvorova, možemo postupati dalje kao prije. Ako se uslijed tih pomaka osjetno promijene opterećenja temelja, treba postepenom aproksimacijom provesti korekcije do zahtijevane točnosti.

Utjecaj deformacije stijene možemo također odrediti po metodi postepene aproksimacije. Nakon što smo za zadano opterećenje odredili rezne sile, zadano je i opterećenje stijene. Momente savijanja stijene M možemo odrediti za točke 1, 2 . . . n—1,0. Momentna linija imat će skokove zbog djelovanja momenta M_{ai} i poprečnih sila Q_{ai} (vidi sl. 4a). U točki *k* bit će promjene momenta

$$\Delta M_k = M_{ak} - \frac{b}{2} Q_{ak}.$$

Bit će dovoljno točno, ako računamo sa srednjom vrijednosti momenata M_s po crtkanoj momentnoj liniji.

$$M_{sk} = \frac{1}{2}(M_k^g + M_k^d) = M_k^g + \frac{1}{2}\Delta M_k,$$

$$M_{sk} = -\frac{1}{2} W (H - y_k)^2 + \sum_1^{k-1} M_{ai} - \frac{b}{2}\cdot \sum_1^{k-1} Q_{ai} + \sum_1^{k-1} N_{ai}(y_i - y_k) + \frac{1}{2} M_{ak} - \frac{b}{4} Q_{ak}.$$

S tim momentima odredimo deformaciju $\Delta\varphi$, Δy_i i Δy_{ai}. Iz odnosa veličina φ i $\Delta\varphi$, te y_i, φ i Δy_i vidjet ćemo, da li treba provesti korekciju, ili se možemo zadovoljiti izračunatim veličinama. Ukoliko je korekcija potrebna, smatramo Δy i $\Delta\varphi$ zadanim deformacijama, za koje prvo određujemo dodatne rezne sile kod horizontalno pridržanog okvira i nakon toga izjednačujemo pridržajni momenat stijene, kako je to već prikazano.

Okvire sa stijenama možemo ispitati i kao obične okvire. U tom slučaju imamo da riješimo 2 (n—1) jednadžbi više, t. j. (n—1) nepoznatih kuteva zaokreta čvorova i (n—1) zaokreta štapova. Osim toga moramo uzeti u obzir širinu stijene *b*. To znači, da će momenat u čvoru *i* štapa i—bi biti

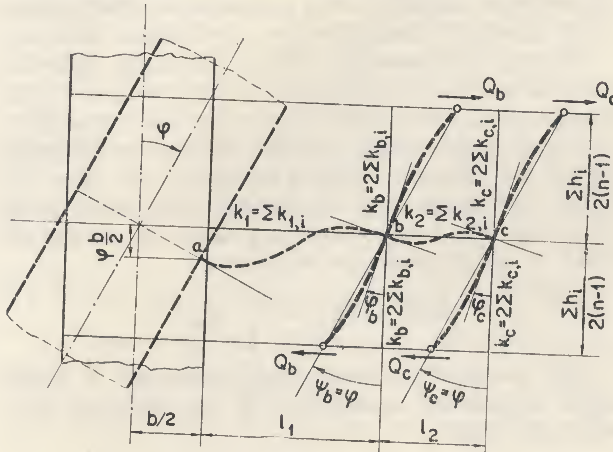
$$M_{ib} = M_{ai} - Q_{ai}\frac{b}{2},$$

M_{ai} i $M_{b,ai}$, kao na ovoj strani gore.

Pored većeg broja nepoznanica treba i numeričko proračunavanje provesti vrlo točno, da bi se dobili rezultati, koji zadovoljavaju.

Ispitivanje prikazanog sistema s većim brojem spratova zahtijeva opsežni računski rad. Osim toga moramo kao kod svih statičkih ispitivanja unaprijed odabrati dimenzije konstrukcije i temelja. Za procjenu, da li će izabrane dimenzije biti i dovoljne, možemo provesti približni način ispitivanja okvira, kod kojeg već možemo ocijeniti i upliv deformacije stijene.

Za približno ispitivanje računamo sa sumarnim djelovanjem stupova i greda. Sumiramo krutosti greda jednog polja i krutosti stupova, i pretpostavljamo, da je infleksiona točka, dakle zglob, u polovini prosječne visine spratova (v. sl. 5). Izračunamo momenat M_{ai}, poprečnu silu Q_{ai} i normalnu silu N_a kod zaokreta stijene za kut φ.



Sl. 5

Ako su svi kutevi zaokreta čvorova na stupovima jednaki nuli ($\varphi_b = \varphi_i \ldots = 0$), dobivamo momente u gredi a — b:

$$\overline{\mathfrak{M}}_{a,b} = \varphi\, k_1 \left(4 + \frac{3\,b}{l}\right) E\, I_0 = E\, I_0 \varphi \cdot \overline{M}_{ab},$$

$$\overline{\mathfrak{M}}_{b,a} = \varphi\, k_1 \left(2 + \frac{3\,b}{l}\right) E\, I_0 = E\, I_0 \varphi\, \overline{M}_{ba}.$$

U stupovima dobivamo

$$\overline{\mathfrak{M}}_b = E\, I_0 \varphi\, 3\, k_b = E\, I_0 \varphi \cdot \overline{M}_b,$$

$$\overline{\mathfrak{M}}_c = E\, I_0 \varphi\, 3\, k_c = E\, I_0 \varphi\, \overline{M}_c.$$

Računamo s reduciranim momentima $\overline{M}_{ab}$, $\overline{M}_{ba}$, $\overline{M}_b$ i $\overline{M}_c$. Ako čvorove na stupovima oslobodimo, dobivamo sumarne momente M^x_{ab}, $M^x_{ba} \ldots$, $M_b{}^x$, $M_c{}^x$ i poprečne sile

$$Q^x{}_{ab} = -\frac{M^x{}_{ab} + M^x{}_{ba}}{l_1},$$

$$Q_b{}^x + -\frac{2\, M_b{}^x}{h}, \quad Q_c{}^x = -\frac{2\, M_c{}^x}{h}, \quad h = \frac{\Sigma\, h_i}{n-1}.$$

Zbroj poprečnih sila u stupovima bit će približno jednak zbroju normalnih sila u presjecima a_i kod višespratnog okvira:

$$P = \Sigma\, Q^x{}_{bi} = Q^x{}_b + Q^x{}_c + \ldots$$

Sada možemo odrediti ukupno opterećenje stijene kod nagiba stijene za kut φ:

momenat $\quad \mathfrak{M} = M^x{}_{ab} - Q^x{}_{ab}\,\dfrac{b}{2}$,

poprečno pterećenje $\quad P = Q^x{}_b + Q^x{}_c + \ldots$,

Možemo pretpostaviti, da je sila *P* jednolično raspodijeljena po visini stijene *H*. Iz uvjeta, da je momenat oko točke O jednak nuli, dobivamo jednadžbu za φ. Pri tome moramo izračunate rezne sile množiti sa $E\, I_0\, \varphi$, da dobijemo prave vrijednosti:

$$W\frac{H^2}{2} - \varphi\, c\, I_t - E\, I_0\, \varphi \left(\mathfrak{M} + P\,\frac{H}{2}\right) = 0,$$

$$E\, I_0\, \varphi = \frac{W\, H^2}{2\,\dfrac{c\, I_t}{E\, I_0} + 2\,\mathfrak{M} + PH},$$

$$M_t = c\, I_t\, \varphi = \frac{W\, H^2}{2 + (2\,\mathfrak{M} + H)\dfrac{E\, I_0}{c\, I_t}}.$$

Momenat upetosti stijene u temelj, koji smo dobili tim približnim načinom ispitivanja, vjerojatno će biti približno iste veličine kao i kod točnijeg ispitivanja. Možemo procijeniti i momente u stupovima i gredama tako, da dobivene sumarne momente u presjecima razdijelimo u omjeru krutosti pojedinih elemenata:

$$M_{ai} = M^x{}_{ab}\,\frac{k_{ai}}{\Sigma\, k_{ai}}, \text{ i t. d.}$$

Kod tih veličina moramo očekivati veća otstupanja od točnije određenih.

Pomoću dobivenih približnih reznih sila možemo procijeniti veličine momenata savijanja u stijeni

$$M_x = -\frac{1}{2}\left(W - \frac{P}{H}\, E\, I_0\, \varphi\right) x^2 + \frac{\mathfrak{M}}{H}\, E\, I_0\, \varphi\, x =$$

$$= -Ax^2 + Bx$$

i pomoću njih odrediti približnu deformaciju stijene (v. sl. 4b.) Sa $\Delta\, y = 0$, za $x = 0$ i $x = H$ dobivamo

$$E\, I_0\, \Delta\, d\varphi = \frac{1}{12}[4Ax^3 - 6Bx^2 - (AH + 2B)\, H^2].$$

$$E\, I_0\, \Delta\, y = \frac{1}{12}[Ax^4 - 2Bx^3 - (AH + 28)\, H^2 x].$$

Iz dobivenih deformacija možemo vidjeti, da li kod točnijeg proračuna treba ispitati i upliv deformacije stijene.

VI. Točniji način ispitivanja krutih stijena u spoju s normalnim okvirima

Kod viših zgrada bit će prikazani način ispitivanja za ovdje tretirane sisteme po metodi postepene aproksimacije dugotrajan. Utjecaj deformacije stijene bit će to veći što je zgrada viša. Kod direktnog načina ispitivanja imamo veliki broj nepoznatih veličina deformacija, koje moramo numerički vrlo točno odrediti, da dobijemo upotrebive rezultate. Kod zgrade sa 15 spratova i dva stupa

okvira, spojena s jednom stijenom, dakle za n = 16, m = 2, imamo kod direktnog izračunavanja 48 + 15 = 63 jednadžbi. Ako unaprijed odredimo oblik deformirane stijene, ostaju 33 nepoznate deformacije. Kod zadanog oblika stijene ne ulazi u proračun krutost stijene, pa nije potrebna naročita numerička točnost kod proračunavanja. Može biti jednostavnije rješavati veći broj jednadžbi kod zadanog oblika deformirane stijene nego jednu općenitu jednadžbu za direktno određivanje deformacija.

Odnos potrebnog broja nepoznatih deformacija je veći, ako imamo manji broj stupova. Kod 15 spratova, ako imamo jedan stup i stijenu, dobivamo za opće rješenje 47 nepoznanica, a kod zadane deformacije stijene samo 17 nepoznatih deformacija.

Rješavanje možemo svesti na proračunavanje nekoliko jednadžbi s manjim brojem nepoznanica, ako deformaciju stijene prikazujemo u obliku kao pod III, s neodređenim koeficijentima. U skladu sa izvodima pod III prikazujemo progib sa izrazom

$$E I_0 y = C_1 (x^3 - H^3) + C_2 (x - H) + \sum_{i=1}^{i=n} C_{i+2} \sin \frac{i \pi x}{H}.$$

U ovom su izrazu već ispunjeni uvjeti

$$x = 0, \quad M = 0,$$
$$x = H, \quad y = 0.$$

Za x = H imamo još uvjet

$$M_{x=h} = M_t = c I_t y'.$$

Za određivanje (n + 2) konstanta u izrazu za y trebamo još r = n + 1 uvjet, koje dobivamo iz jednadžbe za progib stijene

$$-E J_0 y'' = M_x,$$

ako taj uvjet postavimo za r točaka osi stijene. Moramo u r točaka odrediti momenat u stijeni, koji nastaje od vanjskog opterećenja i od djelovanja okvira na stijenu. U tu svrhu odredimo rezne sile u sistemu, koje nastaju kod parcijalnih deformacija stijene

$$E I_0 y_1 = x^3 - H^3, \qquad M_1, \quad N_1, \quad Q_1;$$
$$E I_0 y_2 = x - H, \qquad M_2, \quad N_2, \quad Q_2;$$
$$E I_0 y_{i+2} = \sin \frac{i \pi x}{H} \qquad M_{i+2}, \quad N_{i+2}, \quad Q_{i+2};$$

gdje i ide od +1 do n.

Nadalje moramo drediti momente u r točaka u osi stijena, proizvedene parcijalnim deformacijama, uzevši u obzir veličine M, N, i Q u prečkama:

$$M_{1,r}, \; M_{2,r}, \; M_{i+2,r}.$$

S tim veličinama dobivamo za r točaka uvjetne jednadžbe oblika

$$M = -6 C_1 x + \sum_1^n C_{i+2} \left(\frac{i \pi}{H}\right)^2 \sin \frac{i \pi x}{H} = -W \frac{x^2}{2} +$$
$$+ \sum_1^n C_{i+2} M_{i+2,r} + C_1 M_{1,r} + C_2 M_{2,r}.$$

Imamo dakle n + 1 jednadžbu (n + 2) dobijemo iz uvjeta

$$M_{x=H} = c I_t y',$$

koji daje jednadžbu

$$\frac{c I_t}{E I_0} \left[3 C_1 H^2 + C_2 + \sum_1^n (-1)^i \frac{i \pi}{H} C_{i+2} \right] + 6 C_1 H = 0.$$

Nakon što smo odredili konstante C, dobivamo konačne rezne sile kao sumu parcijalnih udjela. Općenito dobivamo (n + 2) linearnih jednadžbi sa (n + 2) nepoznate konstante C. Konačni momenti u stijeni bit će

$$M_r = \sum_{i=-1}^{i=n} C_{i+2} M_{r,i+2}.$$

Kod točnijeg ispitivanja morat ćemo uzeti i = 4, dakle 6 neodređenih konstanata.

Prikazani način ispitivanja pokazuje jednu mogućnost načina rješavanja. Mane, ili prednosti te metode mogle bi se ocijeniti tek nakon većeg broja izrađenih primjera.

DIMENZIONIRANJE ARMIRANO-BETONSKIH PRAVOKUTNIH PRESJEKA SA SIMETRIČNOM ARMATUROM KOD DVOOSNE EKSCENTRIČNOSTI

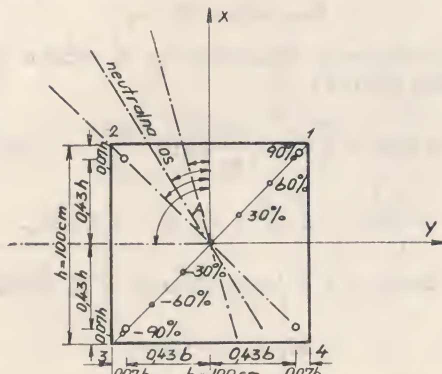
Ing. **Ante Rukavina**, Osijek

S ekscentričnošću e = 0%, ±30, ±60% i ±90% polovine dužine dijagonale (d/2) i nagibom A=75°, 60°, i 45° prema x-osi dan je položaj neutralne osi kod dvojne ekscentričnosti vanjske sile P (sl. 1). Analogno prethodnom ispitivanju kod jednoosne ekscentričnosti sile P i ovdje su uzete stranice presjeka b i h = 100 cm. Vlačna zona betona je isključena, jer je suponiran slučaj velike ekscentričnosti. Variranjem položaja neutralne osi i postotka armature dobivene su unutarnje sile, iz kojih je izračunata vanjska sila P s pripadnim ekscentričnostima na x i y osi.

Postupak ispitivanja kod dvojne ekscentričnosti vanjske sile P vršen je retrospektivnim postupkom kao kod jednoosne ekscentričnosti vanjske sile P (Građevinar br. 7/1959) i to:

1. Udaljenosti težišta armatura a_i ($i = 1 - 4$) i tlačnog ruba betona b_1 od neutralne osi:

$$b_1 = B \sin \alpha, \quad x_1 = u_1 \cdot \sin \alpha,$$
$$a_1 = b_1 - x_1 - y_1, \quad y_1 = v_1 \cdot \cos \alpha,$$
$$a_1 = b_1 - u_1 \cdot \sin \alpha - v_1 \cdot \cos \alpha,$$
$$a_2 = b_1 - u_2 \cdot \sin \alpha - v_2 \cdot \cos \alpha,$$
$$a_3 = b_1 - u_3 \cdot \sin \alpha - v_3 \cdot \cos \alpha,$$
$$a_4 = b_1 - u_4 \cdot \sin \alpha - v_4 \cdot \cos \alpha.$$



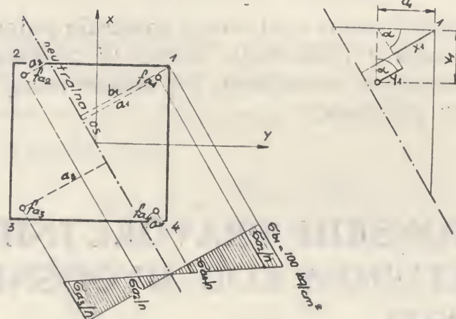
Sl. 1

u_i i v_i ($i = 1 - 4$) su udaljenosti armature od tlačnog ruba presjeka, gdje je suponiran napon betona $\sigma_{b1} = 100$ kg/cm² (sl. 2):

$$u_1 = u_4 = 0{,}007 \cdot b,$$
$$u_2 = u_3 = b\,(1{,}00 - 0{,}07) = 0{,}93\, b,$$
$$v_2 = v_1 = 0{,}07 \cdot h,$$
$$v_3 = v_4 = h\ (1{,}00 - 0{,}07) = 0{,}93\, h.$$

2. Naponi u armaturi

Na osnovu Navierove supozicije dobivamo napone u pojedinim armaturama kako slijedi (sl. 2):



Sl. 2

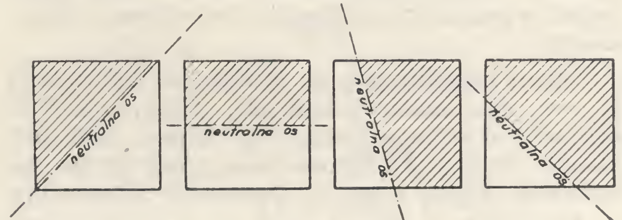
$$\sigma a_3 = \frac{a_3}{b_1} \cdot n \cdot \sigma_{b1}, \quad \sigma a_4 = \frac{a_4}{a_3} \cdot \sigma a_3,$$
$$\sigma a_2 = \frac{a_2}{a_3} \cdot \sigma a_3, \quad \sigma a_1 = \frac{a_1}{a_3} \cdot \sigma a_3$$

Pri tome imaju udaljenosti a_i ($i = 1 - 4$) i b_1 u tlačnoj zoni negativan predznak, a u vlačnoj zoni pozitivan predznak. Tako dobivamo odgovarajuće napone za tlačne i vlačne sile u armaturi.

3. Rezultante unutarnjih sila

3,1 Tlačna rezultanta u betonu.

Betonski tlačni naponi prenose se u tlačnim plohama betona, koje su određene položajem neutralne osi i tlačnim uglovima armirano-betonskog presjeka. Za razne položaje neutralne osi mogu tlačne plohe betona imati oblik trokuta, pravokutnika, trapeza i peterokutnika (sl. 3).

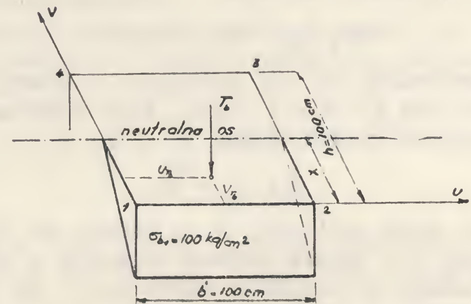


Sl. 3

Na uglu 1 dan je tlačni napon betona $\sigma_{b1} = 100$ kg/cm²; time su na osnovu proporcionalnosti unutarnjih napona i udaljenosti od neutralne osi, dani naponi u uglu 2 i 4. Vektori tlačnih napona betona u uglovima 1, 2 i 4, upravni na tlačnu plohu armiranog betonskog presjeka, okružuju trostranu prizmu, trostranu piramidu i trostranu prikraćenu piramidu (sl. 4a—4d).

(Slučaj 1 (sl. 4):

$x \gtreqless h$



Sl. 4

a) Rezultanta tlačnih napona u betonu:

$$T_b = \frac{1}{2} \cdot x \cdot b \cdot \sigma_{b1}.$$

b) Težište rezultante:

$$U_{Tb} = \frac{b}{2}, \; V_{Tb} = \frac{x}{3}.$$

Slučaj 2 (sl. 4a):

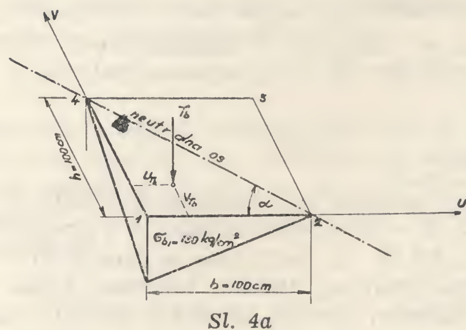
$$B \leqq b, \quad H \leqq h.$$

a) Rezultanta tlačnih napona u betonu:

$$T_b = \frac{\sigma_{b1} \cdot B \cdot H}{6}.$$

b) Težište:

$$U_{Tb} = \frac{B}{4}, \quad V_{Tb} = \frac{H}{4}.$$



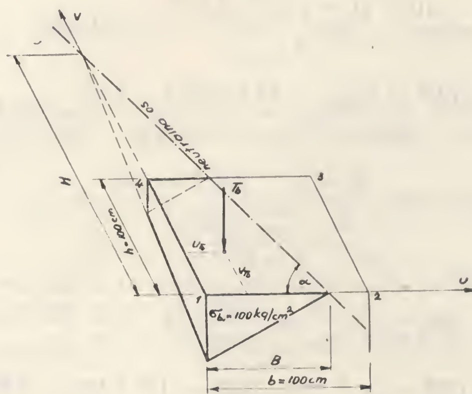
Sl. 4a

Slučaj 3 (sl. 4b):

$$B \leqq b, \quad H > h.$$

a) Rezultanta tlačnih napona u betonu:

$$T_b = \frac{\sigma_{b1} \cdot B \cdot H \cdot (1 - \varphi^3)}{6}.$$



Sl. 4b

b) Težište

$$U_{Tb} = B\,(H - V_{Tb}) : 3\,H, \; V_{Tb} = h\,(1 - 1{,}11 \cdot \varphi) : 4,$$

$$\varphi = (H - h) : H.$$

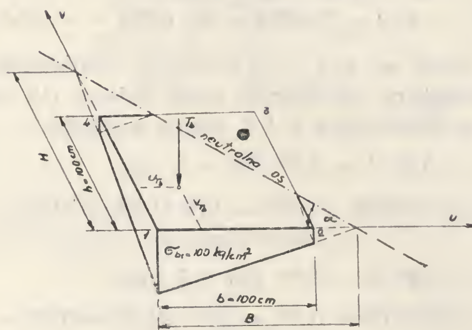
Slučaj 4 (sl. 4c):

$$B > b, \quad H > h.$$

a) Rezultanta tlačnih napona u betonu:

$$T_b = \sigma_{b1} \cdot B \cdot H \cdot (1 - \varphi^3 + \psi^3) : 6,$$

$$\varphi = \frac{B - b}{B}, \quad \psi = \frac{H - h}{H}.$$



Sl. 4c

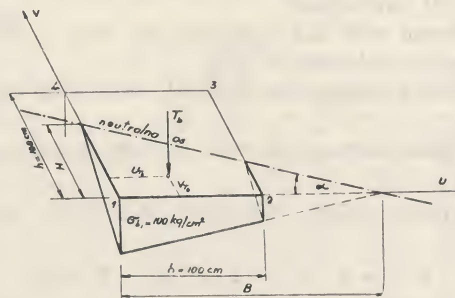
b) Težište:

$$U_{Tb} = \frac{B}{4} \cdot \frac{1 - \frac{3\,b + B}{B}\,\varphi^3 - \psi^4}{1 - \varphi^3 - \psi^3},$$

$$V_{Tb} = \frac{H}{4} \cdot \frac{1 - \varphi^4 - \frac{3\,h + H}{H} \cdot \psi^3}{1 - \varphi^3 - \psi^3}.$$

Slučaj 5 (sl. 4d):

$$B > b, \quad H \leqq h.$$



Sl. 4d

a) Rezultanta tlačnih napona u betonu:

$$T_b = \sigma_{b1} \cdot B \cdot H \cdot (1 - \varphi^3) : 6.$$

b) Težište

$$U_{Tb} = b\,(1 + 1{,}11 \cdot \varphi) : 4, \quad \varphi = (B - b) : B;$$

$$V_{Tb} = H\,(B - U_{Tb}) : 3\,B.$$

Vrijednosti T_b, u_{Tb} i v_{Tb} za slučajeve 1, 2, 3 i 5 uzeti su iz knjige Löser, Bemessungverfahren 1953, dok sam za slučaj 4 sam izveo gore navedene vrijednosti.

Volumen tih naponskih tijela predstavlja tlačnu rezultantu u betonu T_b, koja djeluje u težištu tih tijela u udaljenostima u_{Tb} i v_{Tb} od tlačnog ruba presjeka.

3,2 Rezultante tlačnih i vlačnih napona u armaturi.

Kako imamo simetričnu armaturu, jednaku u tlačnoj i vlačnoj zoni:

$$F_a = F_a' = \frac{\mu\, b\, h}{100} = p \cdot b \cdot h,$$

a postavljena je centrosimetrično, t. j. u svakom uglu:

$$f_{ai} = \frac{2}{4}\,\frac{\mu\, b\, h}{100} = 0{,}5 \cdot p \cdot b \cdot h,$$

$$(i = 1 - 4)$$

s udaljenošću od ruba 7% stranica b i h, dane su rezultante tlačnih i vlačnih napona u armaturi iznosima:

$$T_a = \sum_{i=1}^{i=4} f_{ai} \cdot \sigma_{ai},$$

$$N_x = \sum_{i=1}^{i=4} f_{ai} \cdot \sigma_{ai}.$$

Pri tome su naponi σ_{ai} za tlačnu rezultantu u armaturi postavljeni s pozitivnim, a za vlačnu rezultantu s negativnim predznakom.

4. Rezultanta vanjskih sila

Vanjska sila P, unutarnje sile u armaturi N_a i T_a i tlačna rezultanta u betonu T_b tvore ravnotežnu skupinu paralelnih sila. Od šest uvjeta prostorne ravnoteže tri otpadaju, jer u ravnini presjeka ne djeluju nikakove komponente. Pomenute sile su normalne na ravninu presjeka, pa ostaju ovi uvjeti ravnoteže:

a) Suma svih sila u smjeru osi, koja je okomita na presjek, jednaka je nuli.

b) Suma momenata svih sila oko x-osi jednaka je nuli.

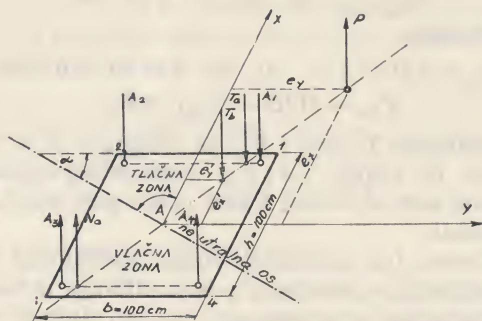
c) Suma momenata svih sila oko y-osi jednaka je nuli.

Iz prvog uvjeta ravnoteže dobivamo vanjsku silu P

$$\Sigma V = 0, \quad T_b + T_a + N_a + P = 0,$$

t. j. algebarski zbroj unutarnjih sila jednak je vanjskoj sili P (sl. 5):

$$P = T_b + T_a - N_a.$$



Sl. 5

Drugi uvjet ravnoteže, $\Sigma M_x = 0$, daje ekscentričnost e_y vanjske sile P (sl. 1 i 5):

$$\Sigma M_{x\,un\,s} = P \cdot e_y.$$

$$A_1 \cdot 0{,}43 \cdot b + T_b \cdot e_y' - A_4 \cdot 0{,}43 \cdot b + A_2 \cdot (-0{,}43 \cdot b) - - A_3 \cdot (-0{,}43 \cdot b) = P \cdot e_y.$$

Treći uvjet ravnoteže $\Sigma M_y = 0$ daje ekscentričnost e_x vanjske sile P.

$$\Sigma M_{y\,un\,s} = P \cdot e_x.$$

$$A_1 \cdot 0{,}43 \cdot h + A_2 \cdot 0{,}43\, h + T_b \cdot e_x' - A_4 \cdot \cdot (-0{,}43\, h) - A_3 \cdot (-0{,}43\, h) = P \cdot e_x.$$

Zatim izračunamo izraze

$$\varepsilon_y' = \frac{e_y'}{b}, \quad \varepsilon_y = \frac{e_y}{b}, \quad \varepsilon_x' = \frac{e_x'}{h} \text{ i } \varepsilon_x = \frac{e_x}{h} = \frac{e_x}{100},$$

Položaj rezultante tlačnih napona u betonu s obzirom na os x i y za različit položaj neutralne osi dan je u izrazu:

$$e_y' = \frac{b}{2} - U_{Tb}, \quad e_x = \frac{h}{2} - v_{Tb}.$$

Vrijednosti u_{Tb}, v_{Tb} su dane u sl. 4a—4d.

Kako se vidi iz sl. 5, vanjska sila P i tri unutarnje sile T_a, T_b i N_a moraju djelovati u istoj ravnini.

Primjer 1.

Dan je presjek sa stranicama $b = 100$ i $h = 100$ cm, kut $A = 75^0$ prema stranici h i ekscentricitet $e = 0\%\ d/2$ (sl. b). Neutralna os prolazi kroz ishodište koordinatnog sistema. Volumen tijela određenog tlačnom plohom betona i upravno na nju položenim tlačnim naponima betona u uglovima 1 i 2, predstavlja tlačnu rezultantu u betonu T_b, koju izračunavamo prema sl. 4d. Za slučaj da je

$$H \leqq h \quad \text{i} \quad B > b,$$

$$U_{Tb} = \frac{b \cdot (1 + 1{,}11\, \varphi)}{4} = \frac{100 \cdot (1 + 1{,}11 \times 0{,}577)}{4} = 41 \text{ cm},$$

$$v_{Tb} = \frac{H\,(B - U_{Tb})}{3B} = \frac{63{,}5\,(236{,}2 - 41)}{3 \cdot 236{,}2} = 17{,}5 \text{ cm},$$

$$\varphi = \frac{B - b}{B} = \frac{236{,}2 - 100}{236{,}2} = 0{,}577, \quad \alpha = 90^0 - A = 15^0,$$

$$tg\gamma = \frac{h \times 2}{2 \times b} = \frac{100}{100} = 1, \quad \gamma = 45^0,$$

$$\beta = 180^0 - (\alpha + \gamma) = 180^0 - (15^0 + 45^0) = 120^0,$$

$$B = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} \cdot \frac{d}{2} = \frac{0{,}866}{0{,}259} \cdot 70{,}7 = 236{,}2 \text{ cm},$$

$$H = B \cdot tg\alpha = 63{,}5 \text{ cm}.$$

Udaljenosti težišta pojedinih armatura od neutralne osi dobivamo kako slijedi:

$$a_1 = b_1 - u_1 \times \sin\alpha - v_1 \times \cos\alpha = = 61{,}2 - 7 \cdot 0{,}259 - 7 \cdot 0{,}966 = 52{,}6 \text{ cm},$$

$$a_2 = b_1 - u_2 \times \sin\alpha - v_2 \times \cos\alpha = = 61{,}2 - 93 \cdot 0{,}259 - 7 \cdot 0{,}966 = 30{,}3 \text{ cm},$$

$$a_3 = b_1 - u_3 \times \sin\alpha - v_3 \times \cos\alpha = = 61{,}2 - 93 \cdot 0{,}259 - 93 \cdot 0{,}966 = -52{,}9 \text{ cm},$$

$$a_4 = b_1 - u_4 \times \sin\alpha - v_4 \times \cos\alpha = = 61{,}2 - 7 \cdot 0{,}259 - 93 \cdot 0{,}966 = -30{,}6 \text{ cm}.$$

Pri tome su u_i i v_i ($i = 1 - 4$) udaljenosti težišta armatura od tlačnog ruba betona (1), usporedne sa stranicama b i h danog presjeka:

$$u_1 = u_4 = 0{,}07 \cdot b = 0{,}07 \cdot 100 = 7 \text{ cm},$$

$$u_2 = u_3 = b \cdot (1{,}00 - 0{,}07) = 100 \cdot (1{,}00 - 0{,}07) = = 93 \text{ cm},$$

$$v_1 = v_2 = 0{,}07 \cdot h = 0{,}07 \cdot 100 = 7 \text{ cm},$$

$$v_3 = v_4 = h\,(1{,}00 - 0{,}07) = 100 \cdot (1{,}00 - 0{,}07) = = 93 \text{ cm},$$

dok je b_1 udaljenost tlačnog ruba betona (1) od neutralne osi, dana izrazom:

$$b_1 = B \cdot \sin\alpha = 236{,}2 \cdot 0{,}259 = 61{,}2 \text{ cm}.$$

Na osnovu danog maksimalnog tlačnog napona betona na rubu (1), $\sigma_{b1} = 100$ kg/cm², udaljenosti težišta armatura a_i $(i = 1 - 4)$ i udaljenosti b_1 od tlačnog ruba 1 dobivamo napone u pojedinim armaturama:

$$\sigma_{a3} = \frac{a_3}{b_1} \cdot n\,\sigma_{b1} = \frac{-52{,}9}{61{,}2} \cdot 10 \times (-100) = 865 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{a4} = \frac{a_4}{a_3} \cdot \sigma_{a3} = \frac{-30{,}6}{-52{,}9} \cdot 865 = 500 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{a2} = \frac{a_2}{a_3} \cdot \sigma_{a3} = \frac{30{,}3}{-52{,}9} \cdot 865 = -495 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{a1} = \frac{a_1}{a_3} \cdot \sigma_{a3} = \frac{52{,}6}{-52{,}9} \cdot 865 = -860 \text{ kg/cm}^2.$$

Iz uvjeta ravnoteže, da algebarski zbroj unutarnjih sila mora biti jednak vanjskoj sili P slijedi:

$$P = T_b + T_a - N_a = 203\,000 + 67\,800 - 68\,300 = 202\,500 \text{ kg}.$$

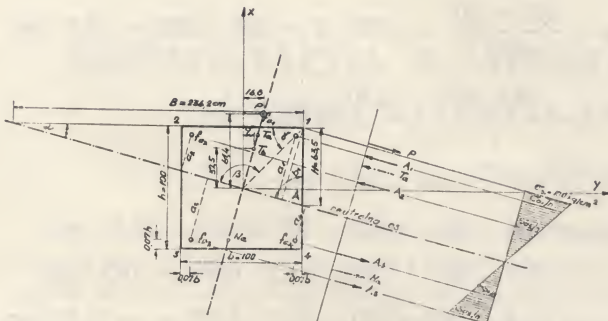
Pri tome je tlačna rezultanta T_b u betonu za slučaj $B > b$ i $H \leq h$:

$$T_b = \frac{\sigma_{b1} \cdot H \cdot B \times (1 - \varphi^3)}{6} = \frac{100 \cdot 635 \cdot 236{,}2 \cdot (1 - 0{,}577^3)}{6}$$

$$= T_b = 203\,000 \text{ kg}.$$

Plohe armature i pripadni naponi u uglovima 1 i 2 određuju rezultantu tlačnih napona u armaturi:

$$T_a = f_{a1} \cdot \sigma_{a1} + f_{a2} \cdot \sigma_{a2} =$$
$$= 0{,}005 \cdot p \cdot 100 \cdot 100 \cdot (-860 - 495) =$$
$$= p \cdot 67\,800 \text{ kg};$$



Sl. 6

analogno tome, u uglovima 3 i 4 dobivamo rezultantu vlačnih napona u armaturi:

$$N_a = f_{a3} \cdot \sigma_{a3} + f_{a4} \cdot \sigma_{a4} =$$
$$= 0{,}005 \cdot p \cdot 100 \cdot 100 \cdot (865 + 500) =$$
$$= p \cdot 68\,300 \text{ kg}.$$

Prosječni napon je:

$$s_1 = \frac{P}{b_1 \cdot h_1} = \frac{202\,500}{100 \cdot 100} = 20{,}25 \text{ kg/cm}^2,$$

s udaljenostima vanjske sile P od težišta armirano-betonskoga presjeka

$$e_x = 61{,}4 \text{ cm}, \ \varepsilon_x = \frac{61{,}4}{100} = 0{,}614,$$

$$e_y = 16{,}8 \text{ cm}, \ \varepsilon_y = \frac{16{,}8}{100} = 0{,}168.$$



A = 75° e = 0% d/2

POSTOT ARMAT.	REZULTANTA TLAČ. NAPONA U BETONU			REZ TL. NAPONA U ARM.	REZ VL. NAPONA U ARM	REZULTANTA VANJ. SILA			PROSJ. NAPON	MAXIM. NAPON U ARM.
p	ε'_y	ε'_x	T_b t	T_a t	N_a t	ε_y	ε_x	P t	s_1 kg/cm²	σ_{amax} kg/cm²
0,0	0,09	0,325	203	ø	ø	0,090	0,325	203,0	20,30	865
0,5	—"—	—"—	—"—	33,9	34,2	0,129	0,470	202,7	20,27	—"—
1,0	—"—	—"—	—"—	67,8	68,3	0,168	0,614	202,5	20,25	—"—
1,5	—"—	—"—	—"—	101,6	102,2	0,207	0,757	202,4	20,24	—"—
2,0	—"—	—"—	—"—	135,6	136,5	0,246	0,904	202,1	20,21	—"—
2,5	—"—	—"—	—"—	169,5	171,0	0,286	1,055	201,5	20,15	—"—
3,0	—"—	—"—	—"—	203,0	204,6	0,325	1,200	201,4	20,14	—"—
3,5	—"—	—"—	—"—	237,0	239,0	0,366	1,345	201,0	20,10	—"—
4,0	—"—	—"—	—"—	270,9	273,0	0,405	1,495	200,9	20,09	—"—
4,5	—"—	—"—	—"—	304,2	307,0	0,445	1,640	200,2	20,02	—"—
5,0	—"—	—"—	—"—	337,0	342,0	0,485	1,792	200,0	20,00	—"—

Sl. 7

U tabeli na sl. 7 nanesene su vrijednosti za unutarnje sile N_a, T_a, T_b i vanjsku silu P sa pripadnim udaljenostima od težišta armirano-betonskoga presjeka, koje su odmah dijeljene sa pri-

ε_y	ε_x	s_1	σ_{amax}
ø	0,628	25	860
0,168	0,614	20,25	865
0,333	0,549	17,46	884
0,472	0,472	16,65	860
ø	2,018	9,05	1650
1,285	4,190	2,99	1655
14,650	23,500	0,42	1649
-34,40	-34,40	-0,23	1645
ø	-1,145	-20,00	3650
-0,243	-0,613	-25,49	3660
-0,288	-0,479	-27,18	3650
-0,378	-0,378	-27,38	3660
ø	-0,442	-173,90	17600
-0,088	-0,328	-179,90	17700
-0,206	-0,206	-179,40	17550
-0,150	-0,261	-178,02	17410
0,088	0,364	34,05	894
ø	0,398	37,09	892
0,154	0,300	33,32	892
0,244	0,244	32,12	895
ø	0,292	47,70	913
0,062	0,223	45,30	915
0,112	0,202	46,61	912
0,156	0,156	50,08	912
ø	0,220	57,06	925
0,042	0,171	58,94	932
0,066	0,181	58,38	935
0,131	0,131	53,99	921

Sl. 8

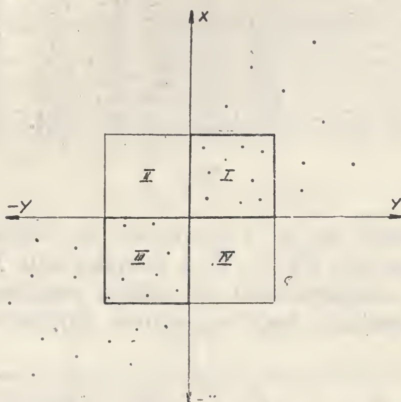
padnim stranicama, tj. $\varepsilon_x = \frac{e_x}{h}$, $\varepsilon_y = \frac{e_y}{b}$; zatim prosječni napon betona s_1 i maksimalni napon u armaturi

$$\sigma_{a\ max1}$$

te postotak armature p. Vrijednosti iz tabele 7 kao i tabela za položaje neutralne osi, koje nisu navedene u tekstu, ali iz kojih su uzete vrijednosti za prosječni napon $s_1 = \frac{P}{b_1 \times h_1}$ i maksimalni naponi u armaturi $\sigma_{a\ max \times 1}$ (sl. 8) za postotak armature $p = 1\%$ grafički su interpolirane za vrijednosti

$$\varepsilon_x \text{ i } \varepsilon_y = 0{,}1;\ 0{,}2;\ 0{,}3;\ .\ .\ .\ .\ 1{,}0.$$

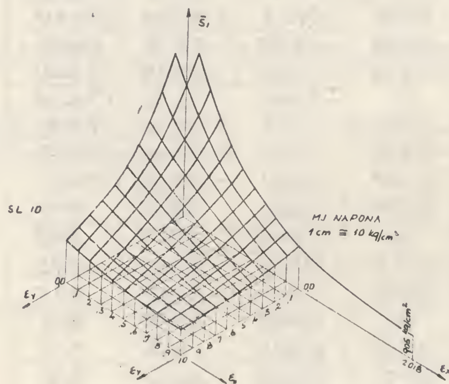
U tu svrhu izabrano je aksonometrijsko projiciranje (izometrijsko projiciranje) (sl. 10 i 11).



Sl. 9

Na slici 9 se vidi, da hvatišta tlačne sile P padaju u prvi kvadrant s pozitivnim vrijednostima ε_x i ε_y, a vlačne sile P u III kvadrant s negativnim vrijednostima ε_x i ε_y.

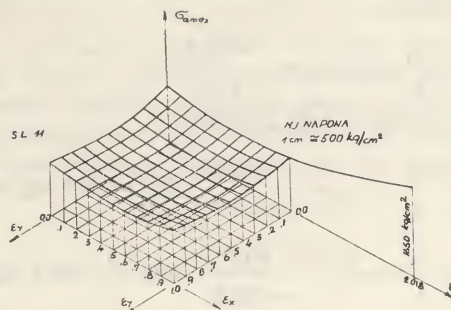
Iz toga se vidi, da su dobiveni rezultati i za vlačnu ekscentričnu silu P (sl. 8 i 9).



Sl. 10

Za tlačnu silu P uzet je prvi kvadrant s uglom 1 i razdijeljen na 10 dijelova. Na z-os nanesene su vrijednosti s_1 i $\sigma_{a\ max \times 1}$ (sl. 10 i 11).

Dobivene točke su međusobno interpolirane i spojene u prostorne dijagrame, na temelju kojih su očitane vrijednosti s_1 i $\sigma_{a\ max \times 1}$ za ε_x i ε_y i nanesene u tabeli (sl. 12). I kod dvojne ekscentričnosti vanjske sile P može se dokazati, da su prosječni napon s_1 i max. napon u armaturi $\sigma_{a\ max \times 1}$ jednaki za isti položaj neutralne osi, a različite stranice presjeka.



Sl. 11

Primjer 2.

Dan je presijek sa stranicama $b = 50$ cm i $h = 60$ cm, kut $A = 75^0$ prema stranici h i ekscentricitet $e = 0\%\ d/2$. Upotrebit će se vrijednosti za položaj neutralne osi prema sl. 4d.

$H \leqq h, \quad B > b;$

$$u_{Tb} = \frac{50\,(1 + 1{,}11 \times 0{,}635)}{4} = 21{,}3 \text{ cm};$$

$$\alpha = 90^0 - A = 90^0 - 75^0 = 15^0;$$

$$tg\gamma = \frac{h}{2} : \frac{b}{2} = \frac{60}{50} = 1{,}2, \quad \gamma = 50^0\,10';$$

$$\beta = 180^0 - (15^0 + 50^0\,10') = 114^0\,50';$$

$$B = \frac{\sin 114^0\,50'}{\sin 15^0} \times 39 = 137 \text{ cm};$$

$$\varphi = \frac{137 - 50}{137} = 0{,}635,\ H = 137 \cdot 0{,}268 = 36{,}7 \text{ cm};$$

$$v_{Tb} = \frac{36{,}7\,(137 - 21{,}3)}{3 \times 137} = 10{,}35 \text{ cm};$$

$$b_1 = 137 \times 0{,}259 = 35{,}5 \text{ cm};$$

$$a_1 = 35{,}5 - 3{,}5 \cdot 0{,}259 - 4{,}2 \cdot 0{,}966 = 30{,}54 \text{ cm},$$

$$a_2 = 35{,}5 - 46{,}5 \cdot 0{,}259 - 4{,}2 \cdot 0{,}966 = 19{,}4 \text{ cm},$$

$$a_3 = 35{,}5 - 46{,}5 \cdot 0{,}259 - 55{,}8 \cdot 0{,}966 = -30{,}55 \text{ cm},$$

$$a_4 = 35{,}5 - 3{,}5 \cdot 0{,}259 - 55{,}8 \cdot 0{,}966 = -19{,}41 \text{ cm};$$

$$\sigma_{a3} = \frac{-30{,}55}{35{,}5} \cdot 10 \cdot (-100) = 865 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{a4} = \frac{-19{,}41}{-30{,}55} \cdot 865 = 550 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{a2} = \frac{19{,}40}{-30{,}55} \cdot 865 = -635 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{a1} = \frac{30{,}54}{-30{,}55} \cdot 865 = -864 \text{ kg/cm}^2;$$

$$T_b = \frac{100 \cdot 36{,}7 \cdot 137\,(1 - 0{,}635^3)}{b} = 62\,400 \text{ kg},$$

$$T_a = -0{,}005 \cdot p \cdot 50 \cdot 60 \cdot 864 -$$
$$-0{,}005 \cdot p \cdot 50 \cdot 60 \cdot 635 = -p \cdot 22\,400 \text{ kg};$$

$$N_a = 0{,}005 \cdot p \cdot 50 \cdot 60 \cdot (865 + 550) = p \cdot 21\,200 \text{ kg};$$

$$P = 62\,400 + 22\,400 - 21\,200 = 63\,600 \text{ kg};$$

Ovdje je maksimalni napon u armaturi:

$$\sigma_{a\,max} = 865 \text{ kg/cm}^2$$

i prosječni napon u betonu:

$$s_1 = \frac{P}{b \cdot h} = \frac{63\,600}{50 \cdot 60} = 21{,}2 \text{ kg/cm}^2,$$

dok je u prvom primjeru prosječni napon betona $s_1 = 20{,}25$ kg/cm² i maksimalni napon u armaturi $\sigma_{a\,max \times 1} = 865$ kg/cm². Odatle slijede izrazi jednakosti (iako postoje male razlike, što se može tolerirati zbog proračuna logaritmičkim računalom):

$$\frac{\sigma_{a1}}{\bar{s}_1} = \frac{\sigma_{a\,max}}{\bar{s}}, \quad \frac{\sigma_{b1}}{\bar{s}_1} = \frac{\sigma_{b\,max}}{\bar{s}},$$

odn. izrazi za maksimalni napon u armaturi i betonu:

$$\sigma_{a\,max} = \frac{\bar{s}}{\bar{s}_1} \cdot \sigma_{a1}, \quad \sigma_{b\,max} = \frac{\bar{s}}{\bar{s}_1} \cdot \sigma_{b1}.$$

Primjer za upotrebe tabela

Zadana je sila $P = 40\,000$ kg s ekscentricitetom u smjeru x-osi 12 cm i u smjeru y-osi 10,5 cm. Prvo odaberemo presjek, ukoliko nije određen, $h = 40$ cm i $b = 35$ cm, zatim izračunamo izraze:

$$\varepsilon_x = \frac{e_x}{h} = \frac{12}{40} = 0{,}3; \quad \varepsilon_y = \frac{e_y}{b} = \frac{10{,}5}{35} = 0{,}3;$$

$$s = \frac{40\,000}{35 \cdot 40} = 28{,}6 \text{ kg/cm}^2,$$

pa u tabeli za postotak armature $p = 1\%$, $\varepsilon_x = 0{,}3$ i $\varepsilon_4 = 0{,}3$ dobivamo $s_1 = 31$ kg/cm² i $\sigma_{a1} = 825$ kg/cm² (sl. 12).

$p = 1\%$

ε_y	ε_x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1	$\bar{s}_1$	55,0	44,5	38,5	[illegible]	28,5	24,5	22,0	19,5	17,5	15,0
	σ_{a1}	975	875	850	850	775	850	850	875	900	975
0,2	$\bar{s}_1$	52,0	45,0	39,5	34,5	30,5	27,0	23,5	20,5	18,0	13,0
	σ_{a1}	900	850	825	800	800	820	825	860	875	900
0,3	$\bar{s}_1$	39,0	35,0	31,0	27,5	24,5	21,5	18,0	16,5	14,5	12,5
	σ_{a1}	850	845	825	800	790	800	810	825	850	875
0,4	$\bar{s}_1$	34,0	30,0	27,0	24,5	22,0	20,0	17,5	15,5	14,0	12,0
	σ_{a1}	825	800	775	760	775	780	790	800	810	820
0,5	$\bar{s}_1$	28,5	27,0	24,5	22,0	19,5	17,5	15,0	13,5	12,5	11,5
	σ_{a1}	820	775	770	750	760	750	750	800	800	850
0,6	$\bar{s}_1$	24,5	22,5	21,0	19,0	17,0	16,0	14,5	13,0	12,0	11,0
	σ_{a1}	810	800	775	760	770	780	780	800	810	855
0,7	$\bar{s}_1$	21,5	20,0	18,5	17,0	16,0	14,0	13,0	12,0	11,5	10,5
	σ_{a1}	812	800	780	775	770	780	800	805	807	852
0,8	$\bar{s}_1$	18,5	17,5	16,0	15,0	14,0	12,5	12,0	11,0	10,5	10,0
	σ_{a1}	850	810	800	790	800	800	802	825	850	900
0,9	$\bar{s}_1$	16,5	15,0	14,0	13,0	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5
	σ_{a1}	875	850	825	830	832	840	840	850	875	925
1,0	$\bar{s}_1$	14,5	13,0	12,0	11,5	10,5	10,5	10,0	10,0	9,5	9,0
	σ_{a1}	960	980	850	840	840	850	870	890	900	950

Sl. 12

Na temelju tih vrijednosti dobivamo maksimalni napon u armaturi i betonu:

$$\sigma_{a\,max} = \frac{\bar{s}}{\bar{s}_1} \cdot \sigma_{amax1} = \frac{28{,}6}{31} \cdot 825 = 764 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{b\,max} = \frac{\bar{s}}{\bar{s}_1} \cdot \sigma_{b1} = \frac{28{,}6}{31} \cdot 100 = 92{,}3 \text{ kg/cm}^2.$$

Armatura:

$$F_a = F_a' = 14 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\,\Phi\,16 + 2\,\Phi\,20 \text{ mm}.$$

To znači, da u svaki ugao dolazi 2 Φ 16 i 1 Φ 20 mm.

EKSPLOATACIJA KAMENOLOMA S KOMORNIM MINAMA U KREČNJAČKOJ I ERUPTIVNOJ STIJENI

Filip Kršul, Slav. Požega

Veće količine srušene brdske mase odjednom mogu se dobiti pomoću dubinskih i komornih mina. Ta dva sistema masovnog rušenja stijene kod nas su dobila zamah poslije rata, i to na velikim građevinskim objektima kao što su nasute brane i različiti pomorski radovi, jer je takav način eksploatacije kamena omogućavao dovoljne količine za masovna nasipavanja. Komorno miniranje prihvatila su zatim poduzeća za proizvodnju tehničkog kamena. Ovdje će biti prikazana dva primjera od kod nas izvršenih dvadesetak komornih miniranja u krečnjacima i eruptivnoj stijeni i neka pri tome stečena iskustva.

A — 1. Komorno miniranje izvršeno u krečnjačkoj stijeni

Kod nas se većem komornom miniranju prišlo u dolomitnom kamenolomu u Lokvama, pri gradnji nasute brane za hidrocentralu Vinodol. (Poduzeće Hidroelektra iz Zagreba). Eksploatacija u tome kamenolomu vršila se na tri načina: a) običnim miniranjem, b) dubinskim miniranjem, c) komornim miniranjem.

Komorno miniranje broj 4

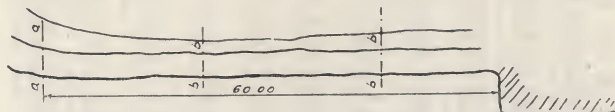
Predprojekt komornog miniranja br. 4

1. Podaci:

Prema približno izmjerenim profilima i očevidu samog terena donesen je zaključak, da se na potezu četvrtog komornog miniranja postave tri komore. Za liniju najmanjeg otpora uzet je Ing. Lars odnos W = 0,66 H.

$H_1 = 25$ m,

$H_2 = 28$ m;



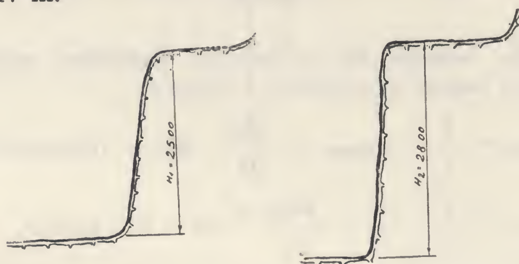
Sl. 1: Potez kamenoloma u tlocrtu gdje su projektovane komorne mine

tada je linija najmanjeg otpora:

$W_1 = 0{,}66 \cdot H_1 = 0{,}66 \cdot 25 = 16{,}50$ m,

$W_2 = 0{,}66 \cdot H_2 = 0{,}66 \cdot 28 = 18{,}50$ m.

Usvojen je srednji W = 17,50 m — zaokruženo na 17 m.



Profil b *Profil a*

Sl. 2: Približno izmjereni poprečni profili stjena

2. Proračun:

Količina eksploziva izračunata je po obrascu Ing. Laresa.

$Q = W^3 \cdot f(n) \cdot q$, gdje je:

Q = količina eksploziva,

W = linija najmanjeg otpora,

f (n) = koeficijent za redukciju W = 0,155,

q = specifična potrošnja eksploziva, koja se dobiva po formuli:

$$q = \frac{f \cdot e \cdot d \cdot s \cdot v}{\delta}, \text{ gdje je:}$$

f = koeficijent čvrstoće stijene za dolomit = 0,9,

e = brizantnost eksploziva za pojačani amonal = 1,23,

d = koeficijent začepljenja = 1,15,

s = geološko-petrografski koeficijent $s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 = 0{,}9 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}3 = 1{,}52$,

v = uklještenje — minska komora u visini kamenoloma = 1,8,

δ = koeficijent gustine punjenja (prosto smješten eksploziv) = 0,9,

$$q = \frac{0{,}9 \cdot 1{,}23 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}52 \cdot 1{,}8}{0{,}9} = 3{,}85,$$

$Q = 17^3 \cdot 0{,}155 \cdot 3{,}85 = 2\,950$ kg pojačanog amonala, zaokruženo na 3 000 kg za svaku komoru.

Prema tome poluprečnik dejstva rušenja iznosi prema Hauserovoj formuli:

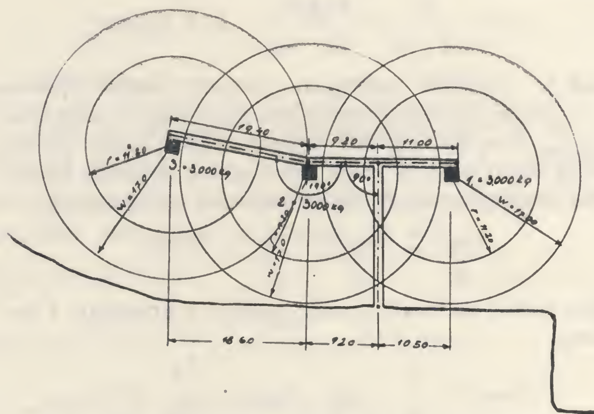
$$r = \sqrt[3]{\frac{Q}{c \cdot d}} = \sqrt[3]{\frac{3.000}{1{,}86 \cdot 1{,}15}} = 11{,}20 \text{ m}$$

U toj je formuli:

Q = količina eksploziva,

c = koeficijent čvrstine stijene (Ing. P. str. 206),

d = koeficijent začepljenja.



Sl. 3: Horizontalni presjek kroz potkop i komore

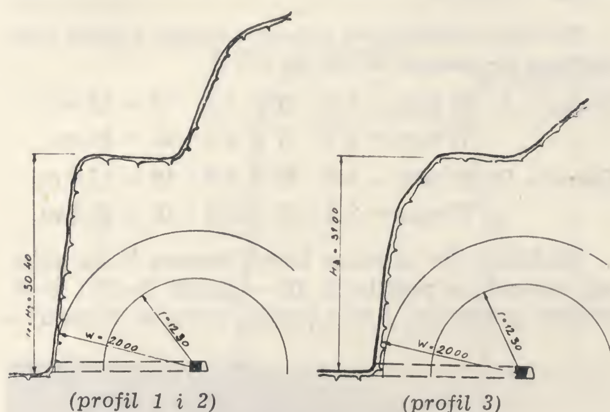
Na osnovu pretprojekta, t. j. horizontalnog presjeka kroz potkop i komore sl. 3, izvršeno je bušenje potkopa, koji se na kraju završavao poprečnim krakom u obliku slova T sa tri komore za punjenja.

Projekat komornog miniranja br. 4

Kada je bio izbušen potkop i komore, pristupilo se drugom dijelu radova, i to točnim mjerenjima poprečnih profila preko komora, sl. 4, i izmjere situacije terena, sl. 5, kao i proučavanju stijene, a naročito s obzirom na pružanje i padanje slojeva i uklještenje stijene. Na osnovu tih podataka izrađen je definitivni projekat za punjenje komornih mina.

Prilikom mjerenja situacije terena i poprečnih profila može se ponovo vezati na postojeću bazu, iz koje su vršena potrebna mjerenja kod samoga bušenja potkopa. Međutim, ta se baza nastoji položiti što dalje od nožice kamenoloma, kako bi nakon izvršenog miniranja mogla poslužiti za eventualna mjerenja srušene brdske mase, kao i za određivanja linije stvarnog rušenja brda. Zbog te udaljenosti baze i čela kamenoloma ona ne odgovara za točno mjerenje situacije za projekat. Sredina izbušenog potkopa najbolja je baza za mjerenje

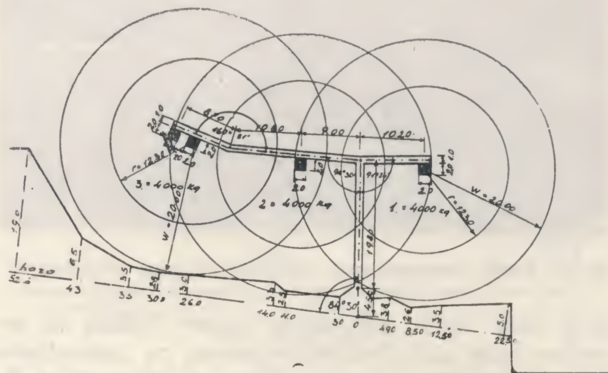
situacije na terenu. U produženju ulaznog potkopa na jedan od četiri metra od nožice kamenoloma položena je baza lijevo i desno od potkopa. Na taj način imamo bazu neposredno uz nožicu kamenoloma, pa su ordinate vrlo male i zbog toga točne. Na sl. 5 vidi se baza, iz koje je snimljena nožica kamenoloma, a vezana je na sredinu (os) potkopa s odgovarajućim uglom. Sada imamo točne poprečne profile (sl. 4) i položaj komora i potkopa



(profil 1 i 2) *(profil 3)*

Sl. 4: Poprečni profili preko komora

u odnosu na čelo kamenoloma (sl. 5), kao i podatke o pružanju i padanju slojeva, pa na osnovu tih podataka ponovimo proračun za definitivno punjenje.



Sl. 5: Položaj komora i potkopa prema čelu kamenoloma. Baza za snimanje čela komenoloma vezana je na os potkopa.

1. Podaci:

Visina terena nad komorom 1 = 30,40 m,
,, ,, ,, ,, 2 = 30,40 m,
,, ,, ,, ,, 3 = 31,00 m.

Linija najmanjeg otpora kod sve tri komore izmjerena je na terenu W = 20 m (sl. 5). Produženje ulaznog potkopa, t. j. povećanje linije najmanjeg otpora, izvedeno je za tri metra više od pretprojekta, zbog veće visine terena nad komorom, koju povećava gornja etaža kamenoloma (sl. 4).

2. Proračun:

$Q = W^3 \cdot f(n) \cdot q$,
W (izmjereno) 20 m,
f (n) za W 20 m = 0,15.

$$q = \frac{f \cdot e \cdot d \cdot s \cdot v}{\delta}, \text{ gdje je:}$$

f = isto kao u pretprojektu = 0,9,
e = ,, ,, ,, ,, = 1,23,
e = ,, ,, ,, ,, = 1,15,
$s = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3$ = 0,9 · 1,1 · 1,3 = 1,30,
v = isto kao u pretprojektu = 1,8,
δ = isto kao u pretprojektu = 0,90,

$$q = \frac{0{,}9 \cdot 1{,}23 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}30 \cdot 1{,}80}{0{,}9} = 3{,}31,$$

$Q = 20^3 \cdot 0{,}15 \cdot 3{,}21 = 3\,972$ kg zaokruženo na
Q = 4 000 kg pojačanog amonala za svaku komoru.

Prema tome, polupreačnik dejstva rušenja iznosi po Hauseru:

$$r = \sqrt[3]{\frac{Q}{c \cdot d}} = \sqrt[3]{\frac{4\,000}{1{,}86 \cdot 1{,}15}} = 12{,}30 \text{ m.}$$

Prije neposrednog punjenja samih komora u svakoj od njih izbušeno je nekoliko bušotina dubine oko dva do tri metra, kako bi se ustanovilo, da nema kakve prirodne šupljine u neposrednoj blizini punjenja, s obzirom na to, da se radilo o 4 000 kg eksploziva u svakoj komori ili 12 000 kg u sve tri komore, koje su bile zajedno spojene za paljenje. Ta se mjera predostrožnosti pokazala vrlo dobrom upravo kod tog komornog miniranja, jer je kod jedne od probnih bušotina u komori br. 3 ustanovljena šupljina. Zbog toga, da bi se znala veličina šupljine, postavljeno je nekoliko kratkih mina 0,50 m i neposredno poslije miniranja nestalo je dima i prašine, jer se otvorila prirodna kaverna širine oko 0,70 m i visine oko 15 m. Zbog toga je izvedena komora zazidana, a kraj nje je izrađena nova. Punjenje je ostalo isto, iako je komora br. 3 približena br. 2, to zato, jer se računalo, da je moguće gubljenje gasova u komori br. 3. Paljenje minske komore izvršeno je električnim putem; bila su postavljena dva paralelna voda i jedan serijski. Komore su bile međusobno spojene na svaki vod, a vodovi neovisni jedan od drugoga. Vodovi su bili položeni u bergman cijevi zbog zaštite protiv vlage, a vođeni su pri vrhu potkopa. Eksplozivom je srušeno 56 000 m³ brdske mase; koeficijent rastrešenosti stijene iznosi 1,5, tako da je bilo srušenog materijala 84 000 m³. Utrošak eksploziva za 1 m³ rušenja brdske mase iznosio je:

$$\frac{12\,000 \text{ kg}}{56\,000 \text{ m}^3} = 0{,}21 \text{ kg.}$$

Troškovi miniranja iznosili su 3 150 000 dinara. 1 m³ srušenog brdskog masiva (litice) stajao je:

$$\frac{3\,150\,000 \text{ Din}}{56\,000 \text{ m}^3} = 56{,}2 \text{ Din.}$$

Položaj tog miniranja i trenutak paljenja pokazuje nekoliko fotografija.



Sl. 6: Potez kamenoloma prije miniranja

Sl. 6 pokazuje stijenu prije miniranja. Kružić sa strelicom označava potkop, a kvadratići tri komore. U pozadini lijevo i desno vidi se autoput, kao i gornja etaža kamenoloma (na ovoj etaži kamen se vadi za separaciju).

Sl. 7 prikazuje jedan moment prilikom eksplozije; lijevo se vide dva bagera i vagoneti.

Sl. 8 pokazuje srušenu masu kamena nakon miniranja.

A — 2. Izvršeno komorno miniranje u eruptivnoj stijeni

U Papučkom gorju na radilištu kamenoloma »Tisica« kraj mjesta Velika poduzeće »Kamen« iz Slav. Požege je izvršilo komorno miniranje za proizvodnju tehničkog kamena 11. V. 1959. god.

Pretprojekt drugog komornog miniranja

1. Podaci:

Prema snimljenim profilima i situaciji samoga terena donesen je zaključak, da se na potezu drugog komornog miniranja postave dvije komore za rušenje veće količine brdske mase odjedamput.



Sl. 7: Potez kamenoloma u momentu eksplozije

Visine terena prema poprečnim profilima

$H_1 = 47$ m,
$H_2 = 43{,}60$ m, A usvojeno $H = 45$ m;
$H_3 = 42{,}00$ m,
$H_4 = 44{,}0$ m,
$H_5 = 48{,}00$ m, B usvojeno $H = 48$ m.
$H_6 = 48{,}00$ m.

Za liniju najmanjeg otpora uzimam prema njemačkim propisima od 1/3 do 2/3 H.

Komora A: $W\,min = 1/3 \cdot H = 1/3 \cdot 45 = 15$ m,
$W\,max = 2/3 \cdot H = 2/3 \cdot 45 = 30$ m;

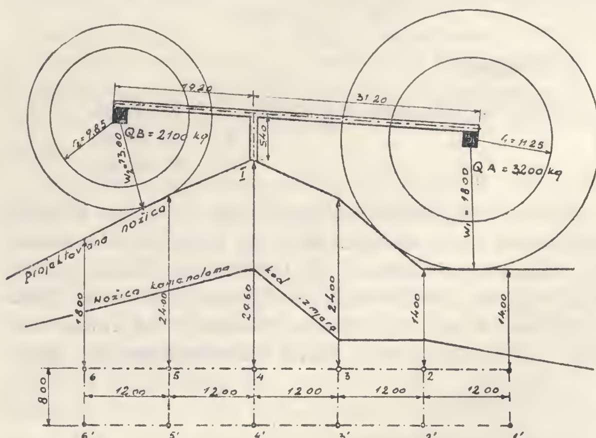
Komora B: $W\,min = 1/3 \cdot H = 1/3 \cdot 48 = 15{,}6$ m,
$W\,max = 2/3 \cdot H = 2/3 \cdot 48 = 31{,}2$ m.

Međutim, jer je masa iznad komore B na polovici poprečnog profila sl. 10 — profil 5—5′ i 6—6′ izrazito prekinuta i visi prema radnom mjestu, a



Sl. 8: Potez kamenoloma nakon izvršenog miniranja

zbog veće linije najmanjeg otpora dobilo bi se znatno veće ukliještenje s obzirom na konveksan lom terena prema komori gledano u situaciji sl. 9,

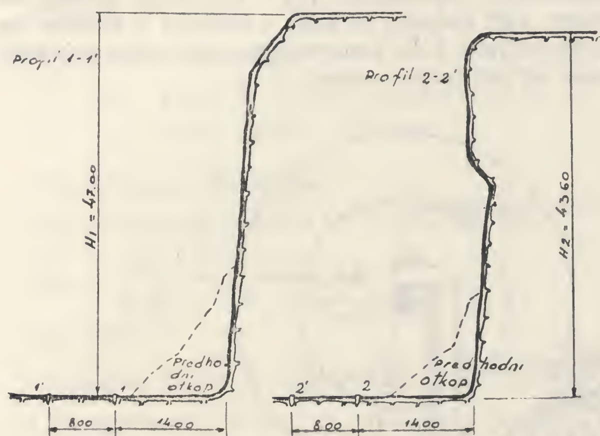


Sl. 9: Situacija terena sa rasporedom potkopa i komora

uzeta je linija najmanjeg otpora ispod W min. Za komoru B usvojena je linija najmanjeg otpora $W_2 = 13$ m.

Razmak komora K = 1,5 do 2 W po njemačkim propisima.

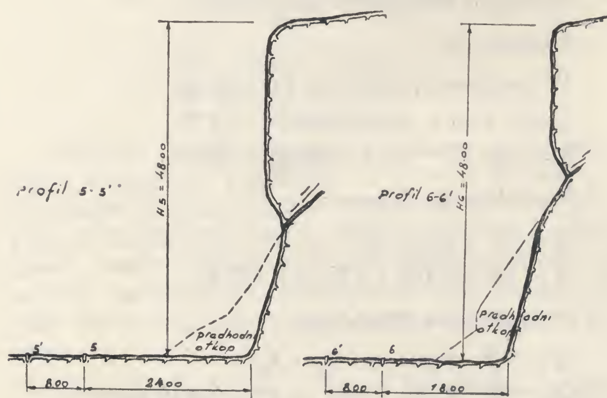
Kako je situacija na terenu vrlo konkavna, gledajući prema čelu kamenoloma, to će se znatno povećati razmak komora, jer se time smanjuje uklještenje.



Sl. 10



Sl. 10a



Sl. 10b

Sl. 10, 10a, 10b. Poprečni profili, sa stvarnom nožicom kamenoloma i projektiranom nožicom

Ako uzmemo $K = 2\,W = 2 \cdot \frac{W\,1 + W\,2}{2} = 2 \cdot \frac{18 + 13}{2} = 31$ m.

Taj razmak ne odgovara, zbog još uvijek prevelike uklještenosti. Razmak komora K povećavan i uziman sa 49 m.

2. — Proračun:

Komora A

Za $W_1 = 18$ metara, f (n) = 0,155,

$$f = \frac{\sigma}{2\,000} = \frac{2\,372 + 2\,238}{2 \cdot 2\,000} = 1{,}047,$$

σ = čvrstoća za pritisak u suhom stanju $= 2\,372$ kg/cm²

σ = čvrstoća za pritisak u mokrom stanju $= 2\,238$ kg/cm²,

e = za amonal običan = 1,29,

s = za blokove deblje od 0,60 metara, masivno vrlo mali, pad prema radnom mjestu = 1,2,

v = dvije slobodne površine, dno 0,50 m iznad dna kamenoloma = 1,50,

d = dobro začepljenje sa kamenom sitneži = 1,00,

δ = složen eksploziv u paketima = 0,9.

$$q = \frac{1{,}047 \cdot 1{,}29 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}5 \cdot 1}{0{,}9} = 2{,}70,$$

$Q = 18^3 \cdot 0{,}155 \cdot 2{,}70 = 2\,440$ kg emonala običnog.

Kako su komore međusobno zavisne, a teren čela kamenoloma vertikalan i nadvišen (sl. 10, profil 1, 2, 3 i 4), uzimamo i zavisnost komora u ponovni proračun, po formuli

$Q = W^3 \cdot f(n) \cdot A_1 \cdot A_2$.

$\left.\begin{matrix} A_1 \\ A_2 \end{matrix}\right\}$ = koeficijenti položaja komora,

$$A_1 = \frac{H}{2\,W} = \frac{47}{2 \cdot 18} = 1{,}30,$$

$$A_2 = \frac{K}{W} = 0.$$

Zbog situacije terena ne uzimamo u obzir koeficijent A_2.

Razmak komora K znatno je povećan, jer se postiglo manje uklještenje, pa ne bi sada bilo logično povećavati punjenje zbog takovog razmaka.

$Q = 18^3 \cdot 0{,}155 \cdot 2{,}70 \cdot 1{,}30 = 3\,172$ kg.

Usvojeno Q = 3 200 kg amonala običnog.

Komora B

Za W = 13 m, f (n) = 0,165,

f = 1,047,

$A_1 \frac{H}{2\,W}$ 1,84, e = 1,29,

s = 1,20,

$A_2 = 0$ $\quad v = 1{,}70$, (jedna slobodna površina),
$d = 1{,}00$,
$\delta = 0{,}90$.

$$q = \frac{1{,}047 \cdot 1{,}29 \cdot 1{,}20 \cdot 1{,}70 \cdot 1{,}00}{0{,}90} = 3{,}06,$$

$Q = 13^3 \cdot 0{,}165 \cdot 3{,}06 \cdot 1{,}84 = 2\,041$ kg.

Usvojeno za komoru B $Q = 2\,100$ kg amonala običnog.

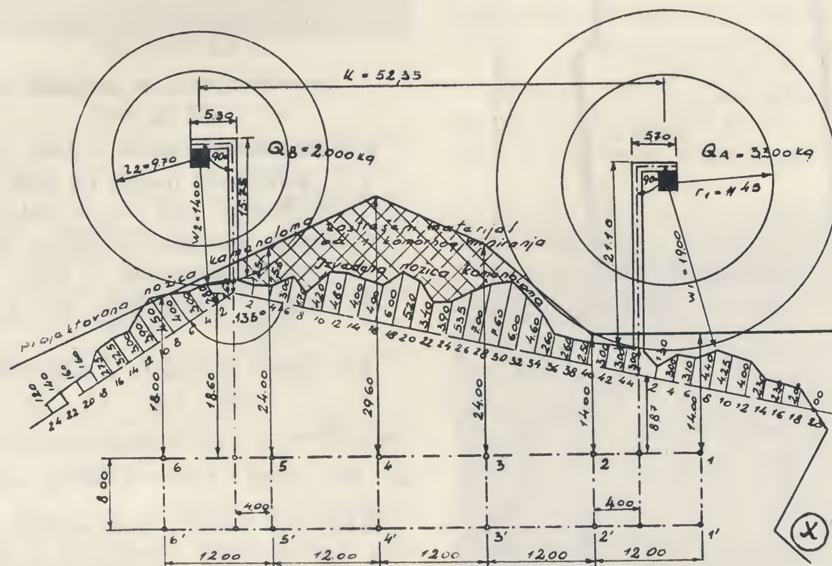
Ukupno punjenje: $Q_A = 3\,200$ kg amonala obič.
$Q_B = 2\,100$ kg

Ukupno: $Q = 5\,300$ kg amonala obič.

dovi, da se taj materijal odveze, trajali znatno duže nego da se potkop premjesti na drugo mjesto.

Zato je potkop premješten na mjesto, gdje se moglo odmah početi s radom. Kako je ranije ulazni potkop bio odabran na vrhu konkavnog loma, njegovo premještenje na drugo mjesto nije moglo biti u obliku slova *T*, t. j. nije mogao biti jedan ulaz u potkop. Zbog toga odlučio sam, da izvedemo dva nezavisna ulazna potkopa u obliku slova *L*.

Sl. 11. Situacija terena za projekat komornoga miniranja, neposredno prije punjenja. (Ovdje se dobro vidi položaj potkopa i komora u odnosu na pripremljeno čelo kamenoloma, isto tako položene baze za snimanje terena.)



Sl. 11: Situacija pripremljenog terena potkopa i komora neposredno prije punjenja

Prema tome, poluprečnik dejstva rušenja po Hauseru iznosi:

$$r = \sqrt[3]{\frac{Q}{c \cdot d}}$$

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{3\,200}{2{,}2 \cdot 1}} = 11{,}25 \text{ m},$$

$$r_2 = \sqrt[3]{\frac{2\,100}{2{,}2 \cdot 1}} = 9{,}85 \text{ m}.$$

Projekat drugog komornog miniranja

Na osnovu pretprojekta izvršena je priprema terena, da bi se moglo pristupiti izradi podkopa i komora. Prema situaciji terena (sl. 9) mjerenja za pripremu terena vršena su od baze, koja je položena u dva reda na kolčićima. Jednostavnosti radi kolčići i ordinate su međusobno pod pravim uglom. U toku pripreme terena vidjelo se, da se ulazni podkop I, koji je bio vrlo kratak, ne će moći izvesti na tom mjestu, zbog još zaostalog materijala od prvog komornog miniranja. Stoga bi pripremni ra-

I kod ovih nezavisno izvedenih potkopa punjenja su ostala uglavnom na istom mjestu, a prilikom paljenja zajedno su spojena detonirajućom štapinom, tako da je eksplozija izvršena kao da je bio izveden sistem u *T* obliku.

Kontrola proračuna eksploziva

Komora A

W izmjeren prema sl. 11 = 19 m,
q isto kao u pretprojektu = 2,70,
f (n) za W = 19 m iznosi = 0,155.

Proračun po Laresu:

$Q = W^3 \cdot f(n) \cdot q$,
$Q = 19^3 \cdot 0{,}155 \cdot 2{,}70 = 2\,870$ kg.

Proračun po Wecheltu:

$Q = W^3 \cdot f(n) \cdot q \cdot A_1 \cdot A_2$,
$Q = 19^3 \cdot 0{,}155 \cdot 2{,}70 \cdot 1{,}27 = 3\,645$ kg.

$$A_1 = \frac{H}{2W} = \frac{46}{2 \cdot 19} = 1{,}27,$$

$A_2 = 0$

Uzimam srednju vrijednost ovih proračuna:

$$\left.\begin{array}{l}\text{po Laresu } 2\,870 \text{ kg} \\ \text{po Wechettu } 3\,645 \text{ kg}\end{array}\right\} = 6\,515 \text{ kg} : 2 = 3\,257 \text{ kg}$$

zaokruženo punjenje $Q_A = 3\,300$ kg običnog amonala.

Komora B

W izmjeren prema slici 11 = 14 m,

q uzet po pretprojektu = 3,06,

f (n) za W = 14 m iznosi 0,165.

Proračun po Laresu:

$Q = W^3 \cdot f(n) \cdot 8,$

$Q = 14^3 \cdot 0{,}165 \cdot 3{,}06 = 1\,372$ kg.

Proračun po Wecheltu:

$Q = 1\,372 \cdot A_1 = 1\,372 \cdot 1{,}71 = 2\,346$ kg.

$$A_1 = \frac{H}{2\,W} = \frac{48}{28} = 1{,}71,$$

$A_2 = 0$

Usvajam srednju vrijednost ovih proračuna:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Po Laresu } 1\,372 \text{ kg} \\ \text{Po Wecheltu } 2\,346 \text{ kg}\end{array}\right\} = 3\,718 \text{ kg} : 2 = 1\,859.$$

Lijeva komora je prilično ukliještena, svakako, tu je rastreseni materijal od prethodne komore, koji ipak nešto povećava ukliještenost. Ovo uzimam u obzir, pa količinu eksploziva u toj komori zaokružujem na $Q_B = 2\,000$ kg. Prema tome su komore napunjene: $Q_A = 3\,300$ kg

$Q_B = 2\,000$ kg

Ukupno: 5 300 kg amonala običnog

Prema tome polupročnik dejstva rušenja po Hauseru iznosi:

$$r = \sqrt[3]{\frac{Q}{c \cdot d}},$$

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{3\,300}{2{,}2 \cdot 1}} = 11{,}45 \text{ m},$$

$$r_2 = \sqrt[3]{\frac{2\,000}{2{,}2 \cdot 1}} = 9{,}70 \text{ m}.$$

Paljenje minske komore izvršeno je detonirajućim štapinom, položenim u drvene žlijebove i izvedenim iz oba potkopa u kamenolom na mjesto, gdje su zajedno spojeni na kapislu, a ova na sporogoreći štapin. Eksplozivom je srušeno 40 000 m³ brdske mase (litice); koeficijenat raztresenosti stijene iznosi 1,5, tako da je srušeno 60 000 m³ kamena.

Utrošak eksploziva za jedan m³ srušene brdske mase iznosi:

$$\frac{5\,300 \text{ kg}}{40\,000 \text{ m}^3} = 0{,}132 \text{ kg}.$$

Troškovi miniranja iznosili su 1 791 586 Din. Jedan m³ srušene mase stajao je:

$$\frac{1\,791\,586 \text{ Din}}{40\,000 \text{ m}^3} = 44{,}78 \text{ Din}.$$



Sl. 12: Potez kamenoloma prije miniranja

Upada u oči vrlo mali utrošak eksploziva, odnosno, troškovi po 1 m³ su maleni. To je u prvom redu postignuto velikim razmakom komora, zbog naročite situacije terena i nadvišenja stijene u gornjim slojevima, što se vidi iz poprečnih profila.

Fotografski snimak kamenoloma neposredno prije miniranja pokazuje slika 12.

Sl. 13 pokazuje momenat eksplozije u toku samog miniranja.

Sl. 14 pokazuje srušeni materijal neposredno poslije izvršene eksplozije.

Sl. 12. U lijevoj i desnoj strani vidi se ulazni potkopi jedne i druge komore označeni kružićem, zatim izražen prekid slojeva nad lijevom komorom; iznad desne komore vidi se dio otkrivenog poteza (to otkrivanje je izvršeno ranije buldozerom u širini preko 30 m i u dužini oko 100 m).

Sl. 13 pokazuje širenje gasova i rušenje brdske mase.



Sl. 13: Potez kamenoloma u jednom momentu eksplozije



Sl. 14: Potez kamenoloma neposredno iza samog miniranja

Sl. 14 pokazuje srušenu brdsku masu neposredno nakon miniranja.

Sve snimke vršene su s desne strane i sa istog mjesta. Zbog toga se na slici 14 čini kao da je u desnoj strani ostala jedna kosina, koja nije porušena; međutim, ovo je projekcija terena ispred čela kamenoloma, koja se lijepo vidi na sl. 11 sa oznakom x. Na slici 14 nakon miniranja vidi se gornji rub dok je izvršeno otkrivanje, a dolje lijevo stražarska kućica i desno prazni sanduci eksploziva. Također se vidi, da nema odbačenih blokova, već masa leži jednolično i zauzima kut prema horizontali 17 do 40^0, prosječno 32^0.

Ovdje se može ustanovit jedno pravilo po rezultatu pojedine izvršene eksplozije:

Ako srušena masa leži pod kutem od 40 do 45^0 prema horizontali, rezultat nije dobar — veliko uklještenje stijene; od 35 do 40^0 rezultat je dobar u većini slučajeva; od 30 do 35^0 rezultat je izvanredan; od 25 do 30^0 rezultat je dobar u većini slučajeva.

Navedeni podaci vrijede, za stijenu visine do maksimalno 50 m. Manji nagib od 25^0 srušene mase značio bi da je punjenje komore bilo predimenzionirano. To ne dolazi u obzir, ako masa u svojoj sredini ima blaži nagib. Također kod visina većih od 50 m ovaj nagib ne mora biti pravilo i skoro redovito približava se većem uglu, i preko 45^0.

B. Iskustva kod izrade komornih mina u krečnjaku i eruptivnoj stijeni sa potrebnim zaključcima

1. U krečnjacima vrlo je važno upoznati način eksploatacije kamena s komornim miniranjem s obzirom na to, da li se ona izvodi mašinski ili ručno.

a) U krečnjačkim kamenolomima možemo usvojiti kao pravilo, da se komorno miniranje izvodi sa što manjom linijom najmanjeg otpora tj. ići na što pliće mine.

b) Nastojati i izvoditi barem dva punjenja u svakom miniranju, tj. *T* sistem zbog manjeg uklještenja, a sistem u obliku slova *L* samo onda, ako su slobodne dvije ili više površina. Kod slobodne jedne površine ići uvijek po mogućnosti na *T* sistem.

c) U koliko se izvodi sistem u *T* obliku, nastojati da je razmak između komora što bliže 2W.

d) Način eksploatacije srušenog krečnjačkog kamena je od presudnog značaja. Upravo je ovo razlog, da se kod nas komorno miniranje ne primjenjuje masovno, kao u drugim zemljama. Tome treba tražiti uzrok najviše kod ručne eksploatacije. Ako posmatramo tucanik od krečnjaka bačen na cestu i posebno tucanik od eruptivca, vidjet ćemo da za kratko vrijeme tucanik od eruptivca ostaje skoro jednako oštar i neugrađen na cesti — trebalo bi ga valjati. Tucanik od krečnjaka brzo će se pod utjecajem saobraćaja ugraditi i bez valjanja. Razlog je tome, što krečnjak na sebi zadržava kamenu prašinu, koja se stvara prilikom saobraćaja i vrlo brzo povezuje tucanik na cesti. Slično svojstvo ponovnog povezivanja javlja se i u srušenoj masi. Redovito masa srušena ručnim radom stoji preko zime i do dvije godine. Krečnjaci su skoro uvijek praćeni proslojcima crljenice koja ležanjem kroz dulje vremena srušenu masu povezuje, oboji kamen i kvari mu izgled. Drugo, kod krečnjaka redovito dobivamo prilikom miniranja veće blokove od 0,20 do 10 m^3, koje treba naknadno minirati. Zbog batarisanja ovih blokova nastaje dosta kamene sitneži i prašine, koja zajedno sa crljenicom, kada srušena masa prezimi, tj. kada padne dosta oborine, poveže srušeni materijal. Takvim ručnim radom eksploatacije srušene mase ne postiže se velik efekat zbog odugovlačenja eksploatacije.

Kod komornih mina treba biti pravilo da se srušena masa što prije transportuje, tj. da se primijeni mehanizacija kod utovara. U velikim kamenolomima treba nastojati izvesti što više manjih mina, tj. s manjom linijom manjeg otpora. Dosada se pokazalo u praksi upravo gore podvučeno; ukoliko masa nije zatečena velikim kišama i ne prezimi, stalno je rastrešena, pa djeluje kao srušena masa dnevnog umiranja. Od mnogih komornih mina, koje sam izveo u krečnjaku jedna od njih izvedena na Vinodolu i jedna na Gojaku u kamenolomu Drenovac srušene su u ljetnom periodu; bila je usvojena minimalna linija najmanjeg otpora, a srušeno je bilo oko 4 000 do 7 000 m^3 kamena, eksploatacija je trajala 10 do 30 dana. Punjenje je bilo sa par stotina kilograma eksploziva, efekat eksploatacije je vrlo dobar.

e) Kod velikih komornih mina, tj. velikih linija najmanjeg otpora, prilikom eksplozije u zoni drobljenja praktično izgori čitava masa kamena od 10% pa i više od srušene brdske mase. To je uzrok velike koncentracije eksploziva na jednom mjestu, dok se masa udaljena od eksploziva ruši u velikim blokovima.

f) Naročito kod većih mina utroši se zbog velike količine blokova naknadnim miniranjem od 0,03 do 0,10 kg eksploziva po kubiku, poradi potrebnog usitnjavanja.

Za masovna nasipavanja, kao što su brane, to naknadno miniranje skoro ne dolazi u obzir, jer se kameni blokovi ugrađuju uzvodno, a iza njih ostali sitni materijal.

2. Iskustvo u eruptivnoj stijeni.

Sve naprijed rečeno za krečnjak različito je za eruptivnu stijenu.

a) Prilikom miniranja eruptivni kamen ima veću žilavost i tvrdoću, a također nema u sebi crljenice, već ga skoro redovito prati pjeskuša, tako da prilikom duže eksploatacije bilo ručno ili mehanički ne dolazi do spajanja kamena sa zemljom, već srušena masa uvijek ostaje svježa.

b) Eruptivni kamen redovito se prilikom miniranja brdske mase lomi u manje komade, za razliku od krečnjaka koji obiluje s mnogo blokova. Tako ima u eruptivcu vrlo malo blokova, koji se naknadno miniraju.

c) Dosada je u poduzeću »Kamen« izvršeno šest komornih miniranja u eruptivnoj stijeni. Ovdje je važno napomenuti veliku uštedu stručne radne snage — minera. Navodim za primjer, da u jednom od naših kamenoloma ovoga poduzeća u »Vetovu« godišnji plan proizvodnje iznosi 52 000 m³ kamena u 220 radnih dana godišnje u jednoj radnoj smjeni od 8 sati dnevno, stijena je amfibolit u kamenolomu, ima jedan kompresor za pogon jednog pneumatičkog čekića i svega dva minera. Kada bi se miniranje vršilo običnim minama za taj kapacitet trebalo bi 5 do 10 puta više minera i pogon barem četiri čekića.

Zaključak. U eruptivnoj stijeni velika je prednost rušenja brdske mase sa komornim minima i treba ga uvijek upotrebiti za proizvodnju tehničkog kamena, a u krečnjacima usvojiti male komorne mine već od W = 7 m, pa uglavnom ostati na W mm. Prema njemačkim propisima W mm = $^1/_3$ H i W max $^2/_3$ H. Također u krečnjacima vršiti dopunjavanje plićih komora i dubinskim miniranjem. Ovo zato, jer je kod manjih komora manja koncentracija eksploziva na jednom mjestu, pa je neznatno uništenje kamena u užoj zoni eksploziva, a također ostala masa daje sitniji kamen. To se još bolje ističe kod dubinskih mina„ zbog kontinuiranog rasporeda eksploziva, pri kojemu čitava masa dobiva jednoličnost usitnjavanja. Ovdje praktički ne dolazi u obzir zona izgaranja kamena. Važno je napomenuti kod masovnog miniranja sa komorama i dubinskim minama, za koju će se svrhu kamen upotrebiti. Kada znamo, da kamen ide u čeljust drobilice ili u nasip brane, već unaprijed imamo podatak o poželjnoj granulaciji, pa se nakon prvog miniranja i dobro prostudiranog terena u jednom kamenolomu može odrediti sistem miniranja.

Općenita iskustva

a) Utjecaj položaja slojevitosti

Strmi pad slojeva prema otkopu i vertikalna slojevitost daju odlične rezultate



Nagnuti slojevi na otkop mogu da ostanu kod visokih stijena od 30 m i više gore lagano izbočeni dijelovi, do kojih je teško doći, a inače su vrlo opasni.

Horizontalna slojevitost je vrlo nepovoljna, i kod jače izražene slojevitosti i čvršće stijene ne dolazi u obzir za komorno miniranje.

b) Smjer rušenja.

Prilikom izrade predprojekta komornog miniranja treba poznavati smjer bacanja - rušenja. U normalnim prilikama slijedit će smjer rušenja smjer ulaznog potkopa zbog toga, jer plinovi nastali od miniranja idu u pravcu linije najmanjeg otpora, a to je ulaz u potkop, koji je zapunjen restresitim materijalom. Taj smjer slijedit će i val glavnog pritiska. Ovo nijep ravilo ukoliko je izveden T oblik, a međusobni razmak komora je velik.

Isto tako ulazni potkop može biti zbog različitih prilika različito postavljen. Vrlo točnim se pokazalo u praksi pravilo, kada linija terena slijedi odnosno tangira kružnicu opisanu sa linijom najmanjeg otpora, sa bar dvije slobodne površine, eksplozivni će val sigurno djelovati u tom pravcu. Pravilno izbacivanje miniranog materijala vidi se u jednoličnosti nagiba srušene mase i u pravilnoj tlocrtnoj osnovi.

c) Djelovanje plinova prilikom miniranja

Proučavajući dvadesetak komornih miniranja, više njih dobro sam obilježio na terenu kolčićima prije samoga miniranja. Tako sam nakon miniranja dobio ponovnim mjerenjima, vežući se na sve ranije kolčiće, vjernu sliku srušenog terena. Tim podacima mjerenja kod sistema komora u *T* obliku postepeno sam povećavao razmak komora, na osnovu čega su dobiveni povoljni rezultati.

Naime, komorno miniranje br. 4, izvršeno na Vinodolu 1953. godine, ima karakterističnu izvedbu. Komore su bile jedva na razmaku veličine linije najmanjeg otpora K = W. Meni se činilo, da su punjenja predimenzionirana, međutim takovo dovoljno punjenje imalo je velikog utjecaja na smanjenje potresa u brdskoj masi prilikom miniranja, što je bilo naročito važno zbog postojeće ceste Karlovac—Rijeka, koja je bila u neposrednoj blizini.

U drugim kamenolomima, kada nije dolazilo u obzir pokretanje, a naročito kod vertikalne slojevitosti (na gradilištu hidrocentrale Gojak — kamenolom Drenovac) izvršio sam znatno povećanje razmaka komora K = 2 W; razmak komora je dakle dvostruko veći od linije najmanjeg otpora. Nakon miniranja utvrdio sam, da je linija rušenja ostala konkavna.

Ovo sam kasnije iskoristio kod narednih miniranja, dok konačno nisam maksimalno povećao razmak komora K = 3,15 W. Ovo sam izveo naročito zbog situacije konkavnog čela kamenoloma sl. 11, pa sam pretpostavio da će stijena od glavnog ulaza potkopa, tj. između komora, biti porušena

zbog male debljine. Prilike terena, koje se vide iz poprečnih profila (sl. 10) i situacije terena (sl. 11) obećavali su veći učinak rušenja nego je to uobičajeno. Prilikom miniranja ipak sam bio iznenađen, jer od kolčića postavljenih na brdu u dva reda zbog mjerenja nakon miniranja prvi red je nestao, a drugi red je točno pokazao pravu liniju rušenja brda. U praksi komornog miniranja tako veliki razmak komora se ne izvodi. Ovdje je utrošeno 0,132 kg amonala običnog/m^3 brdske mase, dok je u praksi redovita potrošnja u komorama oko 0,20, pa i do 0,30 kg/m^3.

Zaključak

Kod projektovanja ovog komornog miniranja dvije su me stvari vodile da povećamo razmak komora:

1. Već rečeno, teren konkavnog tlocrtnog izgleda u nožici kamenoloma.

2. Djelovanje plinova, odnosno vala eksplozije prilikom samog miniranja. Iako eksploziv na zraku djeluje na sve strane jednako, ne znači, da se on isto tako ponaša i u komori. Naime, eksploziv uvijek jednako djeluje na sve strane, ali glavni val eksplozije djeluje u pravcu linije najmanjeg otpora.

U proračun uzeta linija najmanjeg otpora W, ipak u pravom smislu nije linija najmanjeg otpora, odnosno potkop, koji je zatvoren rahlim materijalom, u svakom slučaju predstavlja manje uklještenje i čvrstoću nego zdrava stijena u pravcu linije najmanjeg otpora. Zbog toga glavni val eksplozije u prvi moment najprije udara u smjeru potkopa, to na slici 11 možemo označiti tako, da val eksplozije udara od jedne komore prema drugoj. Upravo zbog ranije pretpostavke, da glavni val eksplozije najprije udara u smjeru potkopa, okrenuo sam punjenja u lijevoj na lijevu stranu, a u desnoj na desnu stranu ulaznog potkopa. Nakon miniranja, kako je rečeno, stijena je ostala potpuno ravna.

Ovim miniranjem potvrdio sam ranije svoje zapažanje, da eksploziv u komori ne djeluje na sve strane jednako tj. u horizontalnom pogledu nije kružnica, nego spljoštena kugla, ili točnije eksploziv u komori djeluje u obliku jajeta i to s vrhom u pravcu potkopa, jer je tu najjači val eksplozije. Zapravo eksploziv na zraku djeluje u obliku kugle, dok u komori djeluje približno u obliku jajeta.

Ovo miniranje s međusobnim razmakom komora od K = 52,35 m (sl. 11) i položaj stijene poslije miniranja (sl. 14) najbolje potvrđuju ovu tvrdnju.

Smatram potrebnim napomenuti, da kod razmaka komora treba biti naročito obazriv što se tiče položaja slojeva između dvije komore, a i položaja terena između njih. Mislim, da kod *T* sistema, ako nije izrazita slojevitost, razmak komora ne bi trebao biti manji 1,75 W. Izuzetno, ako slojevi gledaju u kamenolom, onda u svakom se slučaju ovaj razmak smanjuje. Plinovi također imaju utjecaj na položaj slojeva i tvrdoću kamena. U tvrdom kamenu rušenje stijene nastaje od komore prema napolju, dok će se kod mekanijeg kamena i u otvoreno stojećim slojevima uvijek postići veće dubinsko djelovanje.

d) Izmjere

Redovito se vrše instrumentima (teodolitom), i to poprečni profili i situacija terena. Zbog terenskih prilika nekada je nemoguće instrumentom vršiti snimanje poprečnih profila, odnosno tahimetrijski snimak određuje čelo kamenoloma u nožici i na vrhu, a često puta stijena mijenja se u pojedinom profilu. Karakterističan primjer za to vidi se na sl. 10 od poprečnih profila 1 do 6. Ta promjena u profilu vrlo je važna, jer mogu nastati ispuhavanja. Za miniranje izvršeno u Tisici (sl. 9, 10 i 11) izmjere su vršene apsisama i ordinatama, dok su poprečni profili mjereni ravnjačom i podravnjačom u donjem dijelu (vrtkana linija), a uz vertikalnu stijenu je nategnut konop, po kojemu su sa strane vršena odmjeravanja udubljenja u stijeni, a pojedine visine stijene na lomovima dobivene su puštanjem novoga konopa s utegom. Na taj način dobiva se vrlo dobar profil.

Naročito su važna ponovna mjerenja, kad su već izbrušeni potkopi komore, koji su najmjerodavnija baza za ponovno mjerenje čela kamenoloma u odnosu na izbušene komore. Nagib stijene treba da se kreće oko 70^0, no to zavisi o samoj stijeni. U svakom slučaju čelo treba očistiti, a naročito nad ulazom u potkop, i osigurati krovom, ako je potrebno.

e) Izvođenje potkopa i komora.

Veličina potkopa je: širina 0,80—1,20 (trapez) i visina do 1,80. Komore se izrađuju takve veličine, da u njih može stati proračunati eksploziv. Dobro organizirano komorno miniranje vrlo je brzo izvodljivo. U navedena dva primjera uređeno je za punjenje u deset dana, za punjenje i začepljenje utrošeno je 1,5 do 2,5 dana, ili ukupno 12 dana trosmjenskog rada.

f) Vodovi za palenje.

Upotrebljeni su električni s paralelnim i serijskim vezivanjem, te detonirajući štapin duplo položen. Zbog povećanja sigurnosti u radu kasnije je usvojen samo detonirajući štapin.

g) Svijetlo prilikom punjenja.

Smiju se upotrebljavati samo suhe baterije ili električno svjetlo akomulatora s niskim naponom od 42 V, sa dobro izolovanim vodovima. Otvoreno svijetlo ne dolazi u obzir.

h) Začepljenje potkopa.

Izvodi se kroz poprečne krakove u punoj dužini, a ulaz u potkop dovoljno je zapuniti na dvije trećine njegove dužine.

Sa navedena dva primjera komornog miniranja, koji su odabrani kao karakteristični između dvadesetak komornih miniranja, nastojao sam da

iznesem glavne podatke i rezultate. Sve je izneseno onako kako je u pojedinom slučaju u praksi izvedeno, bez obzira na to, da li bi možda nešto bilo bolje, a ovdje nije primijenjeno.

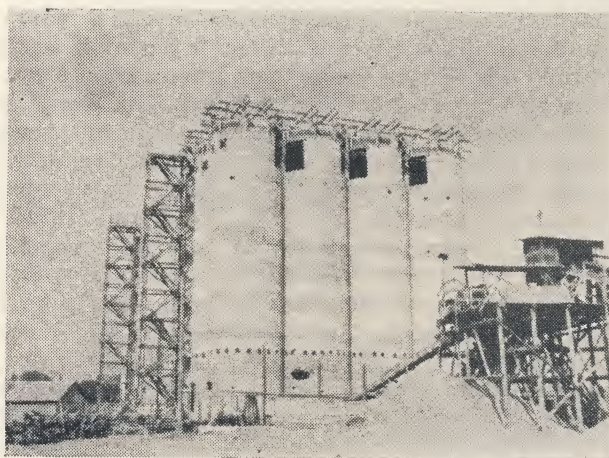
Uostalom, proučavanjem rezultata postignutog uspjeha za pojedini slučaj svakako je dolazilo do povećanja iskustva, pa prema tome i do poboljšavanja pojedinih faktora, koji bi mogli pozitivno djelovati na još bolji uspjeh miniranja.

Ovdje nisam iznio tabelarne prijeglede, iz kojih su vršena pojedina proračunavanja, jer to postoji u već dobro obrađenim stručnim knjigama.

S naših i inostranih gradilišta

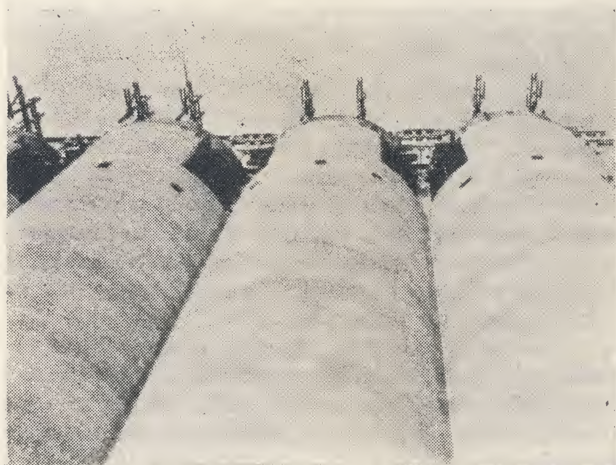
ŽITNI SILOS U BEOGRADU

U nizu mnogih silosa za žito, koji se grade sada u našoj zemlji, veoma je zanimljiv onaj na obali Dunava u Beogradu. Smješten je nizvodno od termoelektrane uz samu obalu.



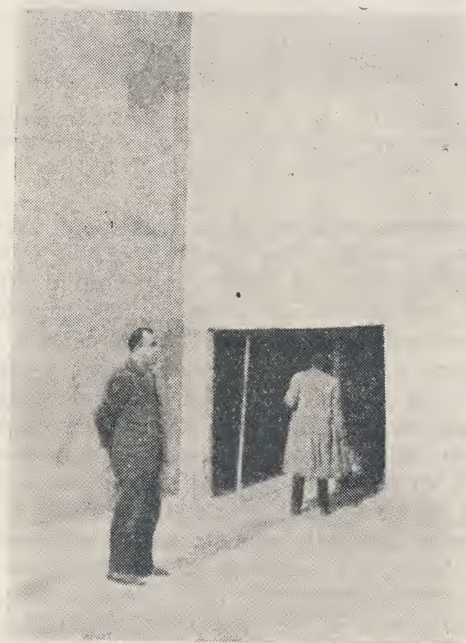
Sl. 1: Nizvodno od Beogradske termoelektrane nedavno je započeto građenje žitnog silosa kapaciteta 20 000 t. Nakon tri mjeseca rada već je podignuto svih 28 m visokih ćelija silosa.

Silos se sastoji od 32 kružne ćelije, postavljene u dvije grupe po 16, između kojih je centralno smješteno mašinsko postrojenje. Kapacitet silosa je približno 20 000 t.



Sl. 2: Betoniranje ćelija silosa izvršeno je pomoću jedne garniture klizne oplate. Istodobno je betonirano svaki puta po osam ćelija.

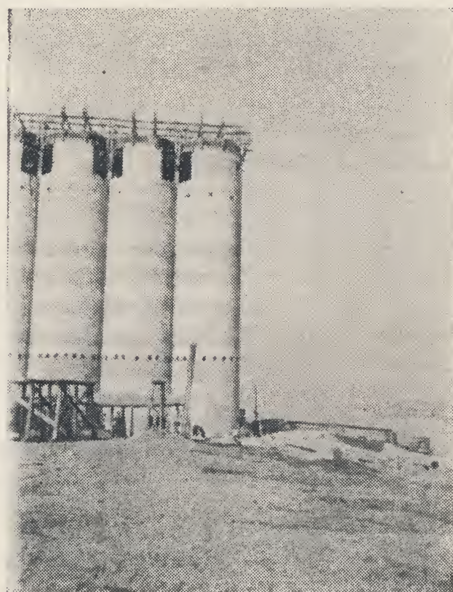
Tlo na kojem se gradi silos sastoji se od 3 m debelog sloja nedavno refuliranog sloja sitnog pijeska, i naslage od oko 3 m šljake ispod njega, koja se na tom području stalno nasipava iz termoelektrane. Ispod toga se nalazi 8 m debela naslaga slabo konsolidiranog i veoma stišljivog mulja, a dalje slojevi pijeska i, u većoj dubini, sitnog šljunka. Fundiranje na tom tlu tako teškog objekta (ukupno oko 36 000 t), predstavljalo je poseban problem. Pored alternative fundiranja na šipovima ispitana je i mogućnost, da se silos fundira plitko na ploči. Geomehanička ispitivanja su pokazala, da je takova alternativa moguća, ako se uzme u obzir relativno veliko slijceganje od oko 70 cm. Računa-



Sl. 3: Uprkos tome što se temeljna ploča nejednolično slegla — ekstremne su vrijednosti dosada 7 i 20 cm — nema ni na ploči, ni na stijenkama ćelija nigdje pukotina.

jući s postepenim povećanjem čvrstoće za smicanje stišljivog sloja mulja zbog težine silosa i, kasnije, korisnog tereta, nosivost tla dovoljno je velika za preuzimanje ukupne težine silosa. Odlučeno je, da se primijeni fundiranje na plitkoj ploči, da se tokom građenja i kod prvih punjenja silosa stalno promatraju slijeganja i da se na temelju rezultata tih promatranja na vrijeme poduzmu mjere za izjednačenje nejednakih slijeganja, ako to bude po-

trebno. Takovim stanovitim ograničenjem pogonske slobode u prvo vrijeme upotrebe silosa postignuta je velika ušteda troškova i skraćeno je vrijeme fundiranja. Danas tri mjeseca nakon početka građenja, već su podignute sve ćelije silosa do konačne visine od 28 m. Armirano-betonski kostur strojarnice još je u građenju.



Sl. 4: Refuliranje pijeska iskopanog iz Dunava na obalu uz silos. Na tom će se mjestu sagraditi pristanište za šlepove, koji će dopremati žito.

Slijeganja temeljne ploče iznose na uglovima 8—11 cm, u sredini kraće stranice 12,5 cm, u sredini dulje stranice 15—18 cm, a u sredini ploče 19 cm. Te deformacije preuzela je ploča sa ćelijama silosa bez pojave ikakovih pukotina. Silos se nešto više slegao na strani uz obalu Dunava, vjerojatno zato, jer se na toj strani tlo dodatno opterećuje refuliranjem pijeska, da se stvori plato za manipulativnu obalu. Sada se na slijeganja ne može utjecati, ali će to biti moguće kad se počne punjenje, jer se time može regulirati opterećenje tla i, po potrebi, izazvati veće ili manje slijeganje na raznim stranama temeljne ploče. Svakako treba sačekati izvjesno vrijeme, dok se osjeti uticaj promjene opterećenja, jer je konsolidacija i slijeganje sloja mulja relativno sporo.

Silos je građen pomoću klizne oplate, po osam ćelija spojenih u jedan blok odjednom. Upotrebljena je samo jedna garnitura oplate, koja je prema tome upotrebljena četiri puta.

Predviđa se, da se sa svake strane silosa doda još po jedna grupa od po 16 ćelija, čime bi se povećao kapacitet silosa na dvostruko.

Strojne uređaje za pogon i punjenje silosa izrađuju domaća industrijska poduzeća. Gradnju izvodi poduzeće »Rad« iz Beograda po vlastitom projektu (projektant Ing. Krstić), geomehanička ispitivanja i ekspertizu za fundiranje izradio je Dr. Ing. Vučetić.

—N—

ZAVRŠENI SU GRAĐEVINSKI RADOVI NA IZGRADNJI TVORNICE ŠPERPLOČA U GOSPIĆU

Već je postalo uobičajeno, da naši građevinari svoje radne pobjede bilježe u dane naših narodnih praznika, slaveći dvostrukom radošću tako značajne datume. Ipak se posebno ističe 29. novembar, jer nakon toga vremenske prilike više ne dopuštaju naročiti tempo rada ili ga potpuno stišavaju, pa se sve snage usmjeravaju konačnom dovršenju. Tako su naši građevinari i 29. novembar 1959. dočekali s mnogo izgrađenih objekata u svim našim narodnim republikama, od kojih ne malu pažnju zaslužuje i dovršenje građevinskih radova na izgradnji Tvornice šperploča u Gospiću.

Našem skoro najnerazvijenijem kraju Lici do nedavno je trebalo pomagati u obnovi naselja i podizanju škola, zdravstvenih, komunalnih i sličnih objekata i nije bilo moguće izvršiti neki širi zahvat u industrijalizaciji i elektrifikaciji. Međutim, sada su sazreli svi uvjeti da se tome intenzivnije priđe, uzimajući u prvi plan drvnu industriju. Tako je nakon detaljnih analiza i studija zaključeno, pred nepunu godinu dana, da se u gospićkom basenu izgradi u okviru budućeg drvnog kombinata tvornica šperploča. S obzirom na vrlo kratke rokove izgradnje, koje je odredio zajmodavac, trebalo je angažirati sve snage vlasti i političkih organizacija Gospića, kako u investicionim predradnjama, tako i kod same izgradnje. Zahvaljujući tome kao i velikom zalaganju i požrtvovnosti graditelja Tvornice, određeni rokovi su održani, tako da su tvorničke hale i ostali objekti sposobni da se može otpočeti s montažom strojeva i instalacija.

U investicionim predradnjama sudjelovali su: Institut za šumarstvo i drvnu industriju NRH kod izrade investicionog programa, APB »Plehati« Zagreb kod projektiranja za arhitektonsko rješenje, SPB »Keller« Zagreb za konstrukciju, Industrijski projektni zavod Zagreb za vanjske i unutarnje instalacije, Projektsi biro šumarstva i drvne industrije Zagreb, te Željeznički projektni biro Zagreb za niske gradnje, čija rješenja nisu bila uvijek najsretnija i najekonomičnija, tako da su se morale mnoge stvari rješavati kod same izvedbe, ne uvijek najuspješnije.

Zbog koordinacije u investicionim predradnjama kao i kod izvedbe građevinskih radova, dobave i montaže strane i domaće opreme, te ostalih radova do puštanja tvornice u pogon, glavni investitor je stvorio odmah početkom ove godine samostalnu organizacionu jedinicu Tvornicu šperploča u izgradnji, koja je dosada svoje zadatke uspješno i sa zadovoljstvom izvršila, i nema sumnje da će i tako uspješno nastaviti.

Vrlo važno je napomenuti, da osim održanih rokova izgradnje tvornice nešto više od 7 mjeseci nije prekoračena ugovorena suma od 17 miliona dinara, i nije dolazilo do primjene ugovornih uslova za naknadne radove, tj. svi radovi su izvršeni u okviru dane ponude. Sve građevinske i zanatske radove na objektima tvornice izvodilo je građevno poduzeće »Lika« Gospić (montažne i vanjske insta-

lacije izvodi »Monter« Zagreb, a ostale zanatske usluge domaća i strana zanatska poduzeća), a gornji stroj industrijskog kolosjeka Poduzeće za održavanje pruge Knin i III. Sekcija SS-uređaja Ogulin. Na izgrađenim objektima — glavnoj hali s parnim jamama i garderobama u površini od 4 000 m^2, basenima 5 000 m^3, na kotlovnici u površini od 230 m^2, mehaničkoj radionici u površini od 190 m^2, upravnoj zgradi s portirnicom u površini od 240 m^2 i trafostanici u površini od 30 m^2 te na oko 950 m ograde, 600 m vodovoda pitke vode, 1.200 m vodovoda tehničke vode i 600 m vanjske kanalizacije kao i za 560 m pristupne ceste, 760 m industrijskog kolosjeka i za 10 000 m^2 planiranja — radilo je prosječno oko 180 radnika uz odgovarajuću mehanizaciju (buldožeri, transportne trake, demperi, ježevi, drobilice, miješalice, pervibratori i t. d.), koji su izvršili 15 000 m^3 iskopa, od toga V. i VI. kategorije 6 500 m^3 ugradili 4 000 m^3 betona, izradili i savili 180 000 kg betonskog željeza, izidali 800 m^3 zida, izradili 10 000 m^2 žbuke, izradili i postavili 4 500 m^2 lukova od monta opeke za glavnu halu, izvršili 6 000 m^2 pokrova od valovitog salonita i raznog pokrova, izradili 800 m^2 armirano-betonskih prozora te izvršili ostale zanatske radove za preko 30 000 000 dinara.

Pravovremeno dovršenje građevinskih radova na objektima tvornice omogućuje izvršenje montaže opreme i instalacija u periodu od decembra o. g. do kraja marta iduće godine, pa bi prema tome tvornica mogla ići u probni pogon početkom aprila 1960, dok je puštanje tvornice u redovan pogon predviđeno sa početkom drugog polugodišta 1960. godine, što će biti nesumnjivo velik uspjeh u svakom pogledu. Osim toga, naše tržište ne će više oskudijevati, kao dosada u nestašici kvalitetne šperploče, jer godišnji kapicitet gospićke tvornice šperploča od 4 800 m^3 ili 17%-no povećanje dosadašnjih godišnjih produkcija u Jugoslaviji nije tako beznačajno, kao ni cijena, koja se predviđa sa 110 000 Din m^3.

Zvonko Sabolović

Kratke vijesti

IZGRADNJA SVJETIONIKA U PAŠMANSKOM KANALU

Šibenik. — Zbog uvađanja dvosmjerne vožne u Pašmanskom kanalu grade se ispred Biograda n/m četiri svjetionika. Dva — Koćerta i Minerva — izgrađeni su posred kanala vis-a-vis mjesta Filip-Jakov, odnosno Turnja. Zbog velikih struja i nevremena izgubljeno je četiri puta više vremena nego što bi to bilo potrebno u ljetnim mjesecima. Ostala dva svjetionika sada se grade na morskim hridinama ispred otočića Babac i Komornik.

Svjetionike gradi građevno poduzeće »Igradnja« iz Šibenika (specijalizirano i za pomorske radove). Svjetionici se grade za račun Uprave pomorske oblasti — Split. *M. M.*

NASKORO ĆE ZAPOČETI IZGRADNJA TREĆEG VEZA NA OBALI ROGAČ U ŠIBENSKOJ LUCI

Šibenik. — Pred kratko vrijeme u šibenskoj luci boravila je sondažna ekipa projektantskog Zavoda »Obala« iz Splita, koja je izvršila sondaže u produžetku trgovačke obale »Rogač«. Sada se priprema projekat trećeg veza, koji bi naskoro mogao započeti sa radom. Ukupna dužina operativne obale »Rogač« iznosit će 450 metara, od kojih je potpuno dovršeno 190 metara. Na dužini od oko 130 m izvršen je iskop, bačen temeljni kamenomet i postavljeni betonski blokovi, koji se sada nalaze pod probnim opterećenjem. Kada slijeganje prestane na ovom dijelu izraditi će se definitivno nadmorski zid i zaobalni nasipi.

Istovremeno se iznad obale ruši kameni brijeg radi dobivanja što većeg otvorenog skladišnog prostora. Na već gotovom djelu obale u izgradnji je velika mosna dizalica nosivosti 7 tona. *M. M.*

NAŠI INŽENJERI NA GRADNJI BRANE U IRAKU

U broju 12/1959. našeg časopisa donijeli smo kratki opis gradnje brane Derbendi Khan na rijeci Dijala u Iraku, i nagovijestili da će grupa od 22 inženjera preuzeti nadzor nad građenjem brane, na temelju ugovora, koji je iračko Ministarstvo Poljoprivrede sklopilo s poduzećem Geoistraživanja iz Zagreba.

Projekt za tu veliku branu izradilo je Harza Engineerig Co. iz Chicaga, a gradnju izvodi koncern od tri građevna poduzeća iz USA — Jones Construction Comp., Tompkins Co., Tecon Corp. Za nadzor gradnje formiran je posebni Ured, u kojem su radili razni strani inženjeri i tehničari za račun iračkog Ministarstva Poljoprivrede. Čitava organizacija projektiranja i nadzora gradnje formirana je po uzorima i običajima u USA, gdje nadzorni inženjer i projektant imaju znatno veću ulogu prema izvođačima nego što je to uobičajeno kod nas i općenito u Evropi. Po tim uzorima nadzorni inženjer je u znatno većoj mjeri odgovoran za kvalitet izvršenih radova, pa u sastavu njegovog ureda mora biti mnogo više tehničkog osoblja nego što bi to bilo potrebno u našim uvjetima, gdje je izvođačkog poduzeće u potpunosti odgovorno za kvalitet rada i gotovog objekta.

Kada su tokom prošle godine istekli ugovori većem broju inženjera zaposlenih u uredu nadzornog inženjera, Iračka je vlada odlučila da angažira nove stručnjake za nadzor, jer nije bila naročito zadovoljna dotadašnjim radom tog ureda. Tako je ljeta prošle godine raspisan međunarodni natječaj za angažiranje inženjera, koji bi radili u nadzornoj službi na brani. Tada je Geoistraživanja iz Zagreba ponudilo da u cijelosti preuzme nadzor radova na brani, navodeći kao referencu brane, koje je do sada projektiralo u našoj zemlji i na čijim gradilištima je vršilo nadzor. Iračka Vlada prihvatila je tu ponudu, pa je sklopljen ugovor prema kojem Geoistraživanja preuzimaju nadzor građenja brane s jugoslavenskim inženjerima. Krajem oktobra prošle godine otputovala je prva grupa od 8 inženjera u Irak, a krajem novembra otišla je druga grupa od 11 inženjera i tehničara.

Odmah po dolasku prve grupe na gradilište reorganizirana je služba u uredu nadzornog inženjera, da bi se sa što manje osoblja obuhvatilo sve radove na gradilištu. U uredu je ostao izvjestan broj stranih

stručnjaka, kao i dotadašnji rukovodioc ureda, jedan inženjer iz USA, koji je postavljen na dužnost zamjenika nadzornog inženjera.

Naši su se stručnjaci brzo snašli u novoj sredini, jer su prije odlaska sistematski bili pripremljeni za zadatke koje će morati rješavati na novom gradilištu. Iračke vlasti simpatično su primile naše stručnjake i već sada je izraženo puno povjerenje u njihovu stručnu spremnost, kao i zadovoljstvo njihovim radom. Izvođačko poduzeće također je pozitivno primilo naše ljude, jer su njihovim dolaskom otpale mnoge smetnje, koje su kočile normalno napredovanje radova. U decembru posjetio je gradilište predstavnik projektanta, inženjer D. J. Bleifuss, poznati stručnjak za nasute brane iz USA, koji je na gradilištu proveo desetak dana radi konzultacije i rješavanja tehničkih pitanja. On je prije odlaska dao najlaskavije izjave o stručnosti i o radu naših inženjera.

Ovo je prvi put što naši stručnjaci preuzimaju nadzor nad građenjem tako velikog i značajnog objekta u dijelu svijeta gdje donedavna naša zemlja uopće nije imala pristupa. Prvi je put što se u tom radu susreću s veoma iskusnim projektantima za velike brane i što nadziru rad poduzeća iz jedne od tehnički najnaprednijih zemalja. Potpuna afirmacija u tom radu dokaz je velikog napretka koji je naša zemlja postigla na tehničkom polju. Ta je afirmacija od vanredne važnosti za stjecanja povjerenja drugih zemalja u kvalitet naših stručnjaka i u mogućnosti naše zemlje. Rad naših stručnjaka otvorit će put daljnjoj suradnji s Irakom na rješavanju drugih sličnih problema.

N.

NAŠIM SURADNICIMA!

U želji da naš časopis bude što aktuelniji, otvaramo ovim brojem rubriku »Kratke vijesti«, u kojoj ćemo donositi kratke aktuelne informativne vijesti s raznih gradilišta širom zemlje.

Molimo sve naše suradnike i čitaoce, da nas u tome nastojanju potpomognu i dostave aktuelne vijesti iz svoje prakse. Uvršteni prilozi se honoriraju.

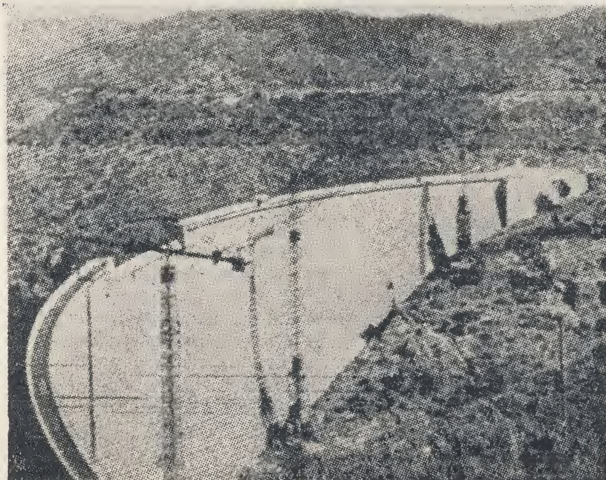
Iz inozemnih časopisa

UZROCI SLOMA BRANE MALPASSET

(Engineering News-Record, New York, decembra 1959. i dnevna štampa)

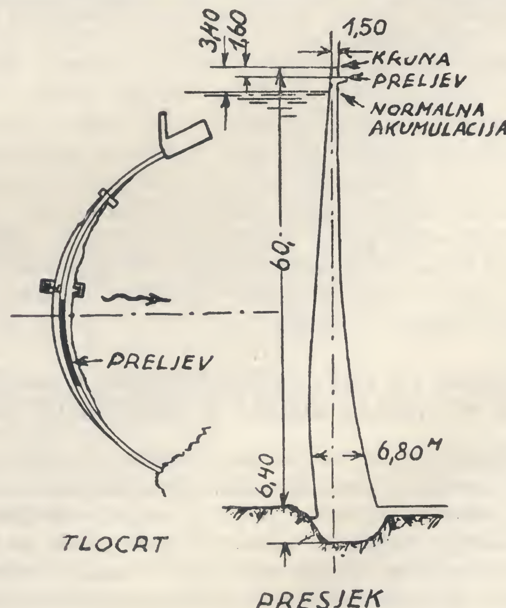
U noći od 2. na 3. decembra 1959. zadesila je Francusku teška nesreća. Lučna brana Malpasset, visine 60 m, iznenada je popustila i 50 mil. m³ vode izlilo se odjednom u korito riječice Reyran. Bujica je, jureći brzinom od 70 km na sat, rušila sve što joj se našlo na putu. Odneseni su mostovi na željezničkoj i cestovnoj magistrali i razorena su 2 km novog, tek izgrađenog autoputa sa 4 saobraćajne trake. U gradiću Fréjus, koji leži 7 km nizvodno od brane, a imao je 13 500 stanovnika, poplavljene su niže ležeće četvrti i srušeno je ili oštećeno stotinjak kuća. Plodna poljoprivredna zemljišta onesposobljena su za obradu na duže vremena. Materijalna šteta je ogromna. Više od 350 ljudi je izgubilo živote.

Brana Malpasset je bila vitkih proporcija i spominjala se kao majstorsko djelo tehnike (sl. 1). Njezino građenje je dovršeno prije pet godina, ali prema nekim vjestima bila je pred slom po prvi put napunjena do vrha (pet dana padala je kiša intenziteta koji se ne pamti u onom kraju). Brana je bila kupolnog tipa, sa zakrivljenjima u vertikalnom i horizontalnom smjeru (sl. 2). Debljina u kruni brane iznosila je 1,50 m, a u podnožju 6,80 m. Branu je projektirao stručnjak svjetskog renomea André Coyne.



Sl. 1

Brana je u kruni bila 210 m duga, a polumjer zakrivljenosti krune iznosio je 104 m. Visina brane nad temeljem je bila 66 m, a nad koritom rijeke 60 m. Kota preljeva je bila za 1,6 m niža od krune brane, a normalna kota punjenja 1,8 m ispod kote preljeva.

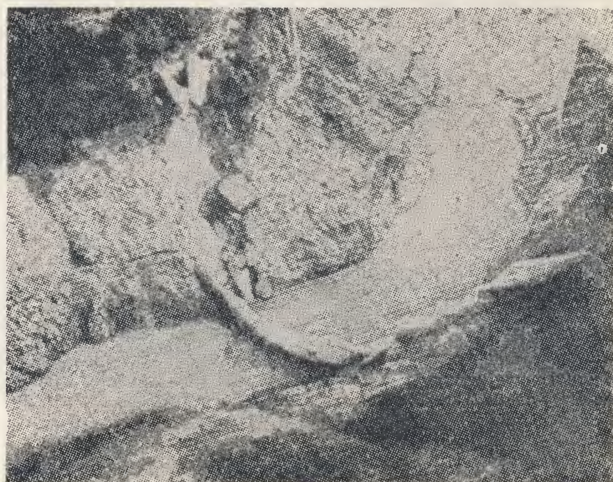


Sl. 2

Kod brana ovog tipa postizavaju se značajne uštede u masi betona, iako na uštrb jednostavnosti izvedbe (oplata je komplicirana, pošto se polumjeri zakrivljenosti mijenjaju na uzvodnoj i nizvodnoj strani u zavisnosti o koti).

Preljev je bio 30 m dug i smješten po prilici u sredini dužine krune brane. Kapacitet preljeva je računat sa 1800 m³/sek vode, ali je ustvari bio znatno veći i iznosio 2500 m³/sek, ako se uzme u obzir i povišenje kote vode za 50 cm, koliko su bili visoki prefabricirani parapetni zidići na kruni brane.

Voda se mogla ispuštati još na dva mjesta. Na koti 12 m ispod krune brane prolazila je kroz tjela brane cijev za snabdijevanje vodom vodovoda i sistema za natapanje, a na koti 5 m iznad dna rijeke smješten je bio temeljni ispust promjera 1,50 m. Ispust je na nizvodnoj strani imao leptirasti zatvarač sa uređajem za automatsko otvaranje kad nivo vode dosegne kotu za 1 m nižu od kote preljeva. Kapacitet ispusta je računat sa 400 m³/sek.



Sl. 3

Dolina rječice Reyran u profilu brane je približno trapeznog oblika. Donja stranica trapeza iznosi 30 m, a gornja na visini oko 100 m iznad dna, 180 m.

Luk je izgrađen od 17 samostalnih blokova, podijeljenih vertikalnim spojnicama. U horizontalnom smjeru iznosila je duža dimenzija blokova 13,5 m. Beton se ugrađivao u slojevima 1,5 m visokim. Kad su se izbetonirala tri sloja u jednom bloku prelazilo se na betoniranje susjednog bloka.

Vertikalne spojnice su bile naknadno zapunjene cementnim mlijekom. Na uzvodnoj strani one su bile zatvorene bakrenom trakom, a na nizvodnoj čeličnim limom. Poslije stvrdnjavanja betona injektiran je i spoj temelja s pećinom.

U branu je bilo ugrađeno 47 500 m³ betona. Vodocementni faktor je iznosio u prosjeku 0,57.

Brana Malpasset je u vrijeme kad je bila dovršena bila najtanja betonska brana na svijetu. Ona je računata na srednje naprezanje u tlaku 48 kg/cm². Dvadeset godina prije njezinog građenja nije se prekoračivalo 25 kg/cm². Međutim inženjerski biro Coyne i Bellier na temelju opsežnih promatranja i mjerenja deformacija na dovršenim branama postepeno je povećavao dozvoljena naprezanja u svojim projektima za nove brane. Jednu od najnovijih svojih brana (La Gare u dolini Loare) biro je dimenzionirao na temelju najvećeg računskog srednjeg naprezanja u tlaku 100 kg/cm². Brana La Gare je također lučna, duga je 143 m, visoka 38 m, a debela u kruni 1,30 m, u podnožju 3,8 m.

Uzroci rušenja brane Malpasset još nisu definitivno utvrđeni, ali najraširenije je među stručnjacima mišljenje da je do loma došlo zbog popuštanja tla u osloncima na lijevoj obali.

Ostala mišljenja o uzrocima nesreće imaju manje pristalica. Tako se odbacuju pretpostavke o griješci u statičkom računu i o lošoj izvedbi betonskih radova. Istina je, da lom betona na desnoj obali ima stepenast oblik, duž vertikalnih spojnica i horizontalnih radnih reški (sl. 3). Međutim prevladava mišljenje, da takav lom prosto pokazuje da je brana pucala na mjestima koja su bila najmanje otporna, ali koja zato nisu morala biti i defektna. Odbacuju se i mišljenja, da je lom prouzrokovan zemljotresom (za koji nema pouzdanih svjedočenja), ili potresima od eksplozija kod gradnje autoputa.

Izgleda da su ljudske žrtve mogle biti znatno manje, odnosno da su se mogle i izbjeći, da je stanovništvo odmah kod prvih ozbiljnih znakova oštećenja brane (24 sata prije loma) bilo obaviješteno o opasnosti.

B. P.

Iz Društva građevinskih inženjera i tehničara N R Hrvatske

PROSLAVA 80-GODIŠNJICE DJELOVANJA DRUŠTVA INŽENJERA I TEHNIČARA ZAGREB

Pod pokroviteljstvom predsjednika Sabora Narodne Republike Hrvatske Dr. Vladimira Bakarića održana je 9. i 10. XII. 1959. god. proslava 80-godišnjice djelovanja Društva inženjera i tehničara u Zagrebu.

Tako zaista rijetkim jubilejom mogu se pohvaliti i rijetki gradovi u Evropi, jer zagrebačko Društvo inženjera i tehničara spada u najstarije te vrste. Ipak je proslava bila skromna i dostojanstvena, pa je ponovno potvrdila punu afirmaciju osnovnog cilja Društva: dobrovoljno udruživanje inženjera i tehničara u svoju vlastitu stručnu i društvenu organizaciju sa ciljem izgradnje svoje domovine na tehničkom polju, pomaganje u privrednom razvitku naše zemlje, unapređenju tehničke nauke, te tehničko-stručnog i kulturnog nivoa i društvene uloge svog članstva.

Prvog dana proslave 9. XII. 1959. god. održan je u velikoj dvorani Doma inženjera i tehničara svečani Plenum društva.

Nakon uvodne riječi predsjednika Jerka Marovića održao je Ing. Herman Mattes referat o 80 godina rada društva.

Prigodom te proslave podijelila su stručna društva arhitekata, agronoma, elektrotehničara, geodeta, građevinara i t. d. spomen-diplome zaslužnim članovima društva »za zasluge u organizaciji i razvoju društva«.

Iz Društva građevnih inženjera i tehničara Zagreb primili su spomenice ovi drugovi:

— Alačević Prof. Ing. Jerko, sveučilišni profesor Tehničkog fakulteta u miru, Zagreb;
— Bakrač Ing. Boris, potpredsjednik Gradskog narodnog odbora Zagreb;
— Bauer Ing. Mišo, direktor građevnog poduzeća »Hidrogradnja« Zagreb;
— Cettolo Juraj, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb;
— Ferenščak Mihovil, glavni inženjer GP »Tehnika«, Zagreb;
— Hanić Ahmed, direktor GP »Tempo«, Zagreb;
— Horvat Ing. Nikola, docent Zavoda za geotehniku AGG fakulteta Zagreb;
— Jančiković Milan, savjetnik Udruženja građevnih poduzeća Jugoslavije, Sekcije za Hrvatsku, Zagreb;
— Klepac Ing. Josip, glavni inženjer GP »Tempo«, Zagreb;
— Kušević Prof. Dr. Ing. Rajko, sveučilišni profesor Tehničkog fakulteta u miru, Zagreb;
— Lamer Ing. Stjepan, sekretar za saobraćaj Izvršnog vijeća Hrvatske, Zagreb;
— Mikuš Petar, šef kapitalne izgradnje gradskog poljoprivrednog dobra, Zagreb;
— Milković Ing. Ivan, direktor Uprave za vodoprivredu NR Hrvatske, Zagreb;

— Nonveiller Dr. Ing. Ervin, šef odjela »Geoistraživanja«, Zagreb;
— Simić ing. Franjo, načelnik inspektorata Sekretarijata za građevinarstvo, urbanizam i komunalne poslove NR Hrvatske, Zagreb;
— Zlatić Ing. Lida, Urbanistički zavod NOG Zagreb.

Na svečanoj sjednici Plenuma izabran je za počasnog člana Društva drug Većeslav Holjevac, predsjednik Narodnog odbora grada Zagreba, zbog svojih ličnih zalaganja u obnovi i razvoju grada u periodu poslije II. Svjetskog rata.

Nakon Plenuma položen je u auli Doma lovorvijenac na spomen ploči članova društva, koji su svoje živote izgubili tokom Narodno-oslobodilačkog rata 1941.—19145. god.

Drugog dana proslave 10. XII. 1959. god. održana je u koncertnoj dvorani Istra svečana akademija, na kojoj su iznesena tri referata:

Ing. Stjepan Lamer — »O radu i djelovanju Društva za proteklih 80 godina«;

Ing. Drago Kunstelj — »O ulozi inženjera i tehničara u nauci i izobrazbi tehničkih kadrova«;

Ing. Herman Mattes — »O ulozi inženjera i tehničara u industrijalizaciji i privrednom razvitku.«

Svečana akademija završila je koncertom zbora K. U. D. »Joža Vlahović«.

Iste večeri priredio je predsjednik Narodnog odbora grada Zagreba Većeslav Holjevac u reprezentativnim prostorijama »Dverca« na Katarinskom trgu posebno primanje za one članove, koji su primili spomen-diplome i ostale uzvanike iz drugih gradova Jugoslavije, koji su došli na proslavu 80-godišnjice Društva. *M. J.*

PROGRAM NOVOG TEČAJA DGIT-a, PODRUŽNICE ZAGREB

»GRAĐEVINSKA MEHANIZACIJA«

Svrha ovoga napisa je da upozna naše stručnjake s novim programom tečaja za stručno usavršavanje, koji organizira DGIT Hrvatske podružnica u Zagrebu s temom »Građevinska mehanizacija«. Već u broju 9. 1959. našega časopisa prikazane su ukratko teme te imenovani predavači. Ovdje bi željeli nešto detaljnije opisati taj program.

U prvoj temi »Opće strojarstvo s uvodom u građevinsku mehanizaciju« obradit će predavač Prof. ing. D. Krpan ukratko materijale, koji se primjenjuju u gradnji strojeva i tehnološke procese u strojarstvu, njihove osobine i primjenu. Bit će prikazana svojstva raznih maziva i način podmazivanja strojeva te vrsti i primjena raznih goriva. Nadalje će Ing. Kirhmajer predavati o Otto-motorima i Diesel-motorima, s posebnim osvrtom na principe konstrukcije i rada, na prednosti i nedostatke. O osnovima konstrukcija motornih vozila i traktora, o održavanju strojeva s posebnim osvrtom na motore i motorna vozila govorit će Ing. Feldbinger. Isti predavač će prikazati načine zaštite strojeva protiv korozije. Doc. ing. Brleg će u kratkom osvrtu prikazati principe rada kompresorskih uređaja i njihovu primjenu, prednosti i nedostatke.

U posebnom dijelu ove teme predavat će Ing. I. Philipp i tehn. Marn o električnim instalacijama i uređajima, uz kratak osvrt na osnove elektrotehnike. Nadalje će biti prikazan način određivanja potrebnog kapaciteta motora, vodova, proračun mreže, način prikazivanja električne sheme i spojeva. Posebno će biti ukratko spomenuta automatizacija, zaštitne mjere i propisi, posebno o uzemljenju.

Predavač M. Jančiković je priredio i prikazat će primjenu specijalnog kataloga građevinskih strojeva domaće produkcije i uvoznih strojeva, koji su u primjeni u našem građevinarstvu. Svaki polaznik tečaja primit će po jedan primjerak kataloga, koji sadrži uglavnom sve podatke o domaćoj proizvodnji: o kapacitetu stroja, težini, gabaritu, specijalnim konstruktivnim detaljima i sl., te o cijeni. Taj katalog se izrađuje u pomoć naših proizvođača, pa će biti od znatne praktične koristi pri izboru i nabavci mehanizacije. Takav katalog zasada je predviđen samo za polaznike tečaja i ima ograničenu nakladu.

U temi »Mogućnosti suvremene građevinske mehanizacije« prikazat će se primjena odgovarajuće mehanizacije s obzirom na tehnološki proces proizvodnje, vrst i izbor materijala za građenje, trajanje pogona i sinhronizacija rada strojeva. Nadalje, primjena odgovarajuće mehanizacije u zavisnosti od vrste građevine, racionalnog iskorištenja i robustnosti izvedbe stroja. U sistematskoj podjeli strojeva i uređaja bit će prikazan razvoj karakterističnih tipova strojeva i uređaja s osvrtom na primjenu u građevinarstvu: prednosti i mane, na poteškoće u radu i na osvjetljive dijelove. Bit će govora i o iskustvu u primjeni strojeva domaće proizvodnje, o stanju građevinske mehanizacije (domaće i strane) kod nas i o nedostacima građevinske operative u vezi s primjenom ili neprimjenjivanjem mehanizacije.

Predavač Ing. Ž. Mileta prikazat će strojeve za rad u zemlji i kamenu, strojeve za transport i pripremu materijala kod inženjerskih radova te alat i uređaje za građenje tunela i potkopa. Strojeve za transport i pripremu materijala kod stambenih i industrijskih objekata i strojeve za građenje puteva obradit će u svom predavanju M. Ferenšćak. O uređajima za fundiranje i ispitivanje tla govorit će Ing. I. Vavra, s osvrtom na crpke za razne namjene i na pomoćne uređaje kod rada kesonom, gnjuračkom opremom ili zvonom.

Posebna tema je predviđena o organizaciji profilaktičkog održavanja strojeva. O toj temi govorit će Ing. J. Klepac, s posebnim osvrtom na osnovnu dokumentaciju za mehanizaciju i o iskorištenju podataka o radu i efektu upotrebljene mehanizacije. U temi »Analiza rada i metode određivanja opterećenosti mehanizacije na gradilištu« prikazat će Ing. D. Taboršak metode snimanja pogona, vremenske studije i bilješke o pogonu. Na osnovu tih podataka objasnit će izradu studije o racionalnoj primjeni mehanizacije te pojednostavljenju pogona.

Trajanje tečaja je predviđeno 14 dana sa 6—8 sati predavanja odn. praktičnih prikaza u laboratoriju dnevno. Materijal predavanja na tečaju bit će štampan, pa će svaki polaznik tečaja dobiti po jedan primjerak. U troškovima od 20 000 dinara po polazniku tečaja uključeni su troškovi za jedan primjerak kataloga građevinske mehanizacije i za »Potsjetnik s tečaja: Građevinska mehanizacija«. Taj potsjetnik moći će nabaviti i ostali interesenti kod izdavača, jer će biti štampan u nakladi od 500 komada. Predavanja s tečaja bit će odštampana djelomično do početka tečaja, no kako će svako predavanje biti posebno uvezano, to će preostale dijelove polaznici tečaja i ostali naručitelji dobiti naknadno.

Z. Š.

Op. ur.

Ovaj napis nije iz tehničkih razloga odštampan u br. 1/1960. kako je bio najavljen, pa molimo čitaoce, da to uvaže.

IZLOŽBA GRAĐEVINARSTVA U LONDONU 1959. GOD.

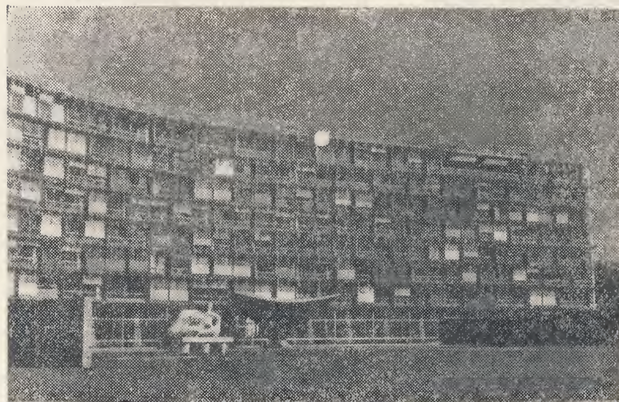
(Povodom posjete inženjera, arhitekata i tehničara Hrvatske)

Milan Jančiković, Zagreb

Od 1895. god. održava se svake druge godine u Londonu izložba građevinarstva. U 1959. god. održana je od 18. novembra do 2. decembra 28. izložba. Ta značajna i već tradicionalna manifestacija suvremenih dostignuća u svim oblastima građevne privrede Velike Britanije bila je prekidana samo tokom I. svjetskog rata 1914.—1918. god. i II. svjetskog rata 1939.—1945. god.

Zbog značaja te izložbe i njenog povećanog opsega u 1959. god. povedena je akcija od strane DGIT-a, DSIT-a i DAH-a u Zagrebu, da se što većem broju

inženjera, arhitekata i tehničara iz Hrvatske omogući posjet izložbe. Zahvaljujući ispravnoj ocjeni o korisnosti masovne posjete inženjersko-tehničkog kadra toj izložbi od strane organa narodne vlasti i privrednih organizacija, izložbu je posjetio dosada neuobičajeno veliki broj od 239 članova DGIT-a, DSIT-a i DAH-a, u pet grupa od po 40—50 osoba, u organizaciji zagrebačkog »Putnika«.

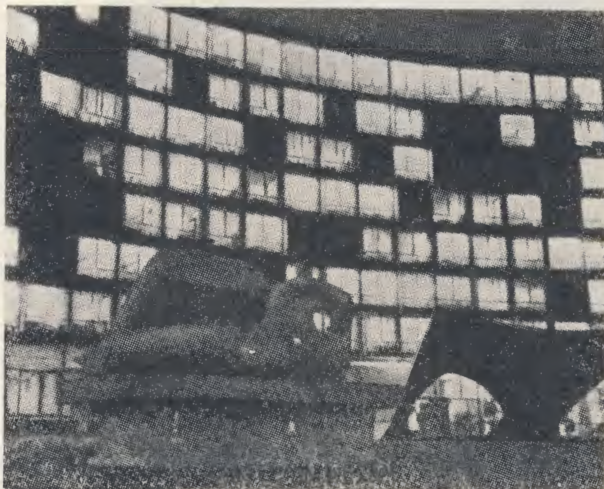


Sl. 1

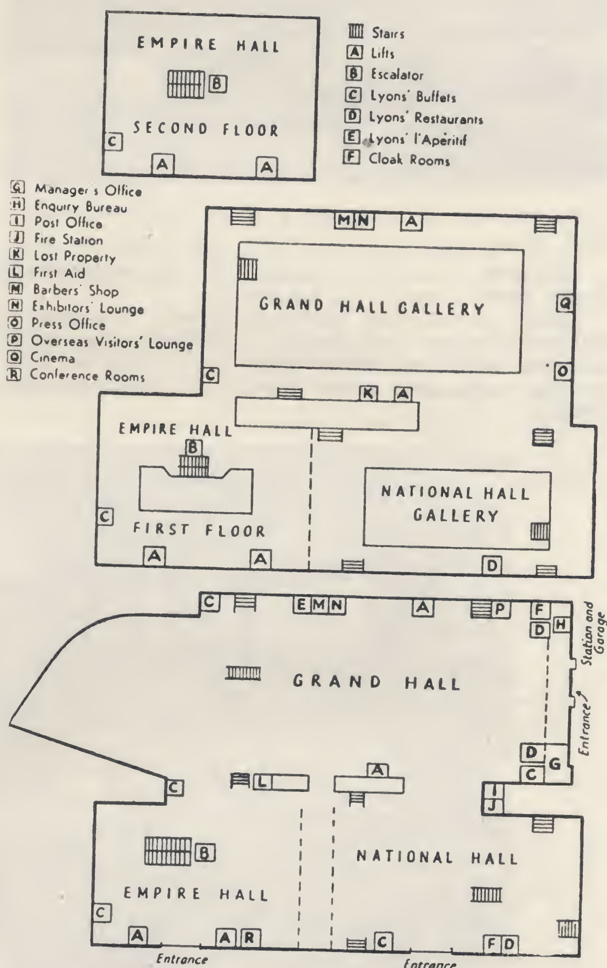
Očekujemo, da će učesnici ove izložbe iz raznih struka i oblasti građevinarstva uskoro objaviti u našoj stručnoj štampi svoje stručne utiske o onome što su vidjeli i što bi se korisno moglo primjeniti u razvoju jugoslavenskog građevinarstva, pa će se pisac ovog članka ograničiti na kratak opis putovanja kroz sedam država Zapadne Evrope i dati opće podatke o organizaciji izložbe.

Maršruta putovanja vlakom bila je: Zagreb—Trst—Milano—Lausanne—Paris—Lille—Dunkerque—Dover—London, a u povratku London—Calais—Ostende—Bruxelles—Köln—München—Salzburg—Jesenice—Ljubljana—Zagreb, što čini oko 4 000 km puta. Program je predviđao dvodnevno zadržavanje u Parisu, i četverodnevno zadržavanje u Londonu. Troškovi »Putnika« po učesniku, uključivši prijevoze, stan i hranu iznosili su uz umjerenu cijenu od oko Din 42 000 po osobi.

U Parisu bio je organiziran pregled grada i najznačajnijih znamenitosti posebnim autobusom uz stručno vodstvo. Iako zbog kratkoće vremena nismo u tom milijunskom gradu mogli posvetiti više pažnje građevinskim dostignućima, jedna grupa ipak nije propustila, a da ne upozna jedno od najvećih dostignuća suvremene arhitekture i građevne tehnike — novo sjedište UNESCA, organizacije Ujedinjenih Naroda za prosvjetu, nauku i kulturu. Na gradilištu površine tri hektara nalazi se grupa od tri zgrade, od kojih je najveća 7-katna zgrada sekretarijata t. zv. »ispsilon zgrada«, jer u tlocrtu ima oblik tog slova (sl. 1, 2). Unutrašnji uređaji zgrade s ogromnim umjetničkim vrijednostima dar su 81 države članica UNESC-a. Zgrada je predana svojoj namjeni u novembru 1958. god. Zajednički projekat potiče od najpoznatijih svjetskih arhitekata Marcel-a Breuer-a (SAD), Pier Nervi-ja (Italija) i Bernhard-a Zehrfuss-a (Francuska), a odobrenje projekta povjereno je međunarodnom komitetu ovih arhitekata: Lucio Costa (Brazilija), Walter Gropius (SAD), Le Corbusier (Francuska) Sven Markelius (Švedska) i Ernesto Rogers (Italija). Na zgradu sekretarijata nadovezuje se zgrada za skupštine i odbore UNESCA, koja se odlikuje posebnim oblikom: izlomljenim vanjskim betonskim zidovima i leptirastim bakarnim krovom (sl. 2). Treća zgrada je četverokatna; u nju su smještene stalne delgacije država članica.



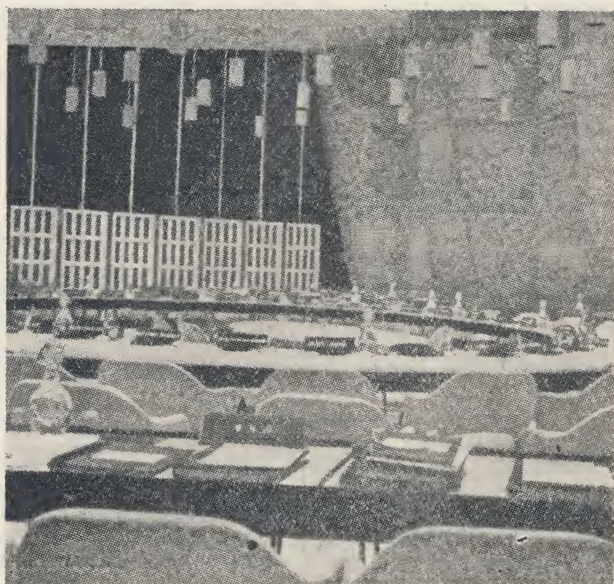
Sl. 2



Sl. 3

Da bi dekorativno djelovanje različitog građevnog materijala došlo do punog izražaja, svi betonski zidovi i stupovi ostavljeni su neobrađeni, kako bi se postigao jači kontrast između rimskog travertina i bretanjskog granita, kojim su obloženi zidovi, te norveškog kvarca podova i zelenog bakarnog krova zgrade skupštine. Pablo Picasso izradio je jednu kompoziciju na drvetu u dvorani delegacija, a Rufino Tamayo freske u zgradi skupštine.

Posebno atraktivno djeluje »japanski vrt« po nacrtima Isamu-a Nogushi-a. Vanjski zid zgrade delegacija krasi jedan mozaik od Bazain-a.



Sl. 4

Arhitekti su zaista sjajno riješili svoj zadatak, da stvore lijepu i praktičnu građevinu.

Nakon uzbudljivog prijelaza Kanala La Manche, koji je većina prvi put prelazila, i poslije kratke vožnje udobnom engleskom željeznicom kroz tipični engleski krajolik, stigli smo preko Dovera u desetmilijunski London.

ističe činjenicu, da su cijene građenja ostale stabilne posljednjih godina, što je jedan od faktora visokog stupnja javnog povjerenja prema građevnoj operativi i industriji građevnog materijala. Međutim, treba se stalno truditi, da se cijene građenja smanjuju. Nadalje treba težiti smanjenju nesretnih slučajeva pri građenju, jer sigurnost radnika spada u najvažniju odgovornost uprave gradilišta. Naučnom istraživanju građevnog materijala treba posvetiti punu pažnju, te usvajati najracionalnije i najkvalitetnije materijale. Građevna industrija treba biti dovoljno elastična, da nove materijale prihvati, a da u isto vrijeme zadrži sve što je najbolje u tradicionalnim materijalima i metodama građenja. Pohvalno ističe nastojanja udruženja građevinskih radnika i namještenika na stručnom uzdizanju svog članstva. Glavni utisak izložbe na ministra ostavlja kompleksnost građevne industrije i građevne operative, koja je na ovoj izložbi dosegla svoj vrhunac suradnje.

Sama izložba bila je smještena na ogromnom prostoru od 43 000 m² u tri hale i galerije Olympia-stadiona, uz sudjelovanje 800 izlagača (sl. 3, 4 i 5). Svi prekomorski posjetioci bili su umoljeni, da se poimenično upišu u posebnu knjigu, što smo i učinili; tom prilikom smo primili počasne besplatne ulaznice za cijelo vrijeme trajanja izložbe.

Pored engleskih izlagača na izložbi su sudjelovali Finska, Španija, Partugal i neke članice Britanske zajednice naroda (Commonwealtha).

U prizemlju i na galerijama »Grand Hallea« smješteni su štandovi oko 300 izlagača građevnog materijala, u polukružnom dijelu (aneksu) iste hale oko 100 izlagača građevne mehanizacije. U prizemlju i na galerijama »National Hall«-a smješteno je nadalje 200 izlagača građevnog materijala i 50 izlagača lake građevne mehanizacije. U »Empire Hall«-u bili su smješteni u prizemlju strojevi za obradu drveta i stolarije i opremu gradilišta, u prvom katu industrija građevnog materijala u daljih 100 standova i u drugom katu standovi izlagača stranih država, unutrašnja arhitektura. Posebnu pažnju privukla su mala radilišta učenika u privredi građevinarstva svih struka, gdje su se mladi dječaci pod rukovodstvom svojih nastavnika pred posjetiocima natjecali i praktično prikazivali svoja znanja i umijeća (zidari, klesari, stolari, asfalteri, tesari, betonirci, armirci i t. d.).



Sl. 5

Izložbu građevinarstva u Olympia stadionu otvorio je 18. novembra član britanskog kabineta, ministar javnih radová Lord John Hope, u prisustvu Sir Edwarda Muir-a, stalnog sekretara ministarstva, Sir Basil-a Spenc-a, predsjednika izložbenog komiteta i predsjednika R. I. B. A.-a (Royal Institut od British Architeckts), T. V. Prosser-a, predsjednika Nacionalne Federacije građevinskih radnika i namještenika, J. H. Mills-a, predsjednika Nacionalne Federacije poduzetnika i drugih visokih uzvanika.

U svom pozdravnom govoru ministar je istakao znatno povećanje obima građevne proizvodnje, koje se može očekivati i u 1960. i narednih godina. Posebno

Zbog svog sveobuhvatnog sadržaja organizatori izložbe uspjeli su da izlože sređeno i pregledno dostignuća kompleksnog građevinarstva, iako je na izložbi su-

djelovalo oko 800 izlagača. Posjetilac je trebao jedan cijeli dan samo za opći obilazak svih standova u tri ogromne hale sa galerijama i gornjim katovima, da bi dobio opći utisak u prostranstvu i raznolikosti izložbe, a naredne dane trebao je usmjeriti na prijegled isključivo neke uže oblasti građevinarstva, da bi se s njom bolje upoznao. Tako je većina naših posjetilaca i postupala, pa su i utisci vrlo raznoliki.

Svakako je krajnja korist takvih posjeta nezaboravan vizuelni doživljaj, koji često ostavlja jači dojam od ma kog teksta ili slike. Rijetko se kada mogla vidjeti i doživjeti kompleksna oblast suvremenog građevinarstva jedne tehnički vrlo razvijene zemlje za kraće vrijeme i na manjem prostoru, nego što je to bilo na izložbi građevinarstva u Londonu 1959. god. Blizu 250 inženjera, arhitekata i tehničara Hrvatske, koji su imali priliku da tu izložbu vide i dožive, sigurno će iskustvom, koje su tamo stekli, doprinijeti i razvoju jugoslavenskog građevinarstva. A to je konačno bio jedini cilj posjete. Zato mislimo, da i dalje treba nastaviti tom praksom masovnih stručnih posjeta izložbama, kongresima i savjetovanjima međunarodnog karaktera, jer oni proširuju horizont i stručnu spremu našeg kadra inženjera i tehničara.

TEČAJ IZ »PRAKTIČNE GEOMEHANIKE«

Društvo građevinskih inženjera i tehničara NR Hrvatske Podružnica — Zagreb, obavještava sva građevna poduzeća, projektne organizacije i ustanove i ostale zainteresirane, da namjerava tokom 1960. god. organizirati tečaj »Praktične geomehanike«.

Slični tečajevi održani su u februaru 1957. i 1959. god., dok tematika ovog tečaja bila bi više prilagođena potrebama naših stručnjaka na terenu, na osnovu primjedaba dosadašnjih tečajaca.

U tečaju će biti dosljedno obrađena geomehanička tematika, s kojom se susreću naši građevinski stručnjaci u poduzećima i projektnim ustanovama, prikazom svih nužnih terenskih i laboratorijskih analiza, radi dobivanja geomehaničkih karakteristika i koeficijenata materijala, te njihovom primjenom u proračunima.

Predavači će biti naši najeminentniji stručnjaci iz te oblasti sa A. G. G. fakulteta, Instituta građevinarstva i poduzeća, koja se bave ovom problematikom.

Troškovi tečaja iznosili bi Din 20.000.— po polazniku.

Sve obavjesti dobivaju se u uredu Društva, Berislavićeva ul. 6/I, soba br. 10 ili tel. 38-114.

B. B.

OBAVIJEST

o održavanju tečajeva za polaganje državnih stručnih ispita građevinskih tehničara

Društvo GIT-a Podružnica Zagreb održati će 3 tečaja za polaganje državnih stručnih ispita za tehničare. I. tečaj održati će se od 14.—18. II. 1959. u prostorijama Srednje tehničke građevinske škole u Zagrebu, Klaićeva 7.

Vrijeme održavanja ostala dva tečaja objaviti će se naknadno u Građevinaru.

Pravo pristupa tečaju imaju samo članovi Društva.

Za sve obavijesti obratiti se tajništvu STGŠ, Zagreb, Klaićeva 7, tel. 35-477.

Obavijest

Obaviještavaju se zainteresirani, da je otiskana druga naklada »Podsjetnika tečaja Cement i beton«.

Podsjetnik se može nabaviti kod izdavača: Podružnica DGIT-a Zagreb, Berislavićeva 6, uz cijenu od Din 2.500.— za komplet. Pojedinačni članovi Društva DIT-a imaju popust od 15%.

Bibliografija

DOKUMENTACIJA ZA GRAĐEVINARSTVO I ARHITEKTURU

Izdaje: Centar za unapređenje građevinarstva Savezne građevinske komore, Beograd, Božidara Adžije broj 21.

DGA-78

Prilog rješenju problema prednaprezanja obloga hidrotehničkih tunela pod pritiskom (tema 66)

Prikaz elaborata Hidrotehničkog instituta »Ing. Jaroslav Černi« (B. Kujundžić, Ž. Radosavljević).

Uvod. Teoretske osnove prednaprezanja: osnovne mehaničke karakteristike cijena, skupljanje i tečenje betona i cementnog maltera; dosadašnji teoretski radovi o analizi naponskog stanja u fazi prednaprezanja obloga; osnove za potpunu analizu stanja u fazi prednaprezanja, pogona, kao i utjecaja temperature; analiza procesa injektiranja; zaključak. 7 str., 4 sl., 3 pod. cit. lit.

UDK 624.012.46; 624.19;627.84/.88

DGA-79

Ispitivanje aluminatnog (boksitnog) cementa sa dodatkom anhidrita (tema 69)

Prikaz elaborata Instituta za ispitivanje materijala N. R. Srbije (ispitivanjima rukovodio Lj. Maksimović). — Cilj ispitivanja. Prethodna ispitivanja. Ispitivanje utjecaja sadržaja anhidrita, vodocementno-anhidritnog faktora, kao i utjecaja žarenja na otpornost maltera izrađenog od luminatnog cementa sa dodatkom anhidrita. Ispitivanje betona spravljenog od aluminatnog cementa sa dodatkom prirodnog i žarenog anhidrita. Zaključak, 8 str., 9 tab., 2 pod. cit. lit.

UDK 691.544; 691.55

DGA-80

Ponašanje visokovredne žice domaće proizvodnje za prednaprezanje na povišenoj temperaturi (tema 57)

Prikaz elaborata Instituta za ispitivanje materijala N. R. Srbije (ispitivanjima rukovodio D. Jevtić).

Uvod. Karakteristike ispitivanja žice: mehaničke karakteristike, kemijska analiza, opuštanje, zamor. Ispitivanje žice na povišenoj temperaturi. Zaključci. 11 str., 9 sl., 5 tab.

UDK 624.012.46; 691.714; 699.81

DGA-81

Les i njegove karakteristike (tema 159)

Prikaz elaborata Instituta za ispitivanje materijala N. R. Srbije (D. M. Milović). — Prikazani su rezultati opita izvršeni u laboratoriji i na terenu za uzorke kopnenog i barskog lesa. Na osnovu opita direktnog smicanja uspostavljena je zavisnost veličina kohezije i ugla unutrašnjeg trenja, kao i zapreminske težine i sadržine vode. Izvršeni su i triaksijalni opisi, opiti jednoaksijalne čvrstoće i opiti vodopropustljivosti. Na osnovu edometarskih opita uspostavljena je zavisnost veličine koeficijenta poroznosti i vertikalnog opterećenja u zavisnost od sadržine vode, i određene su vrijednosti »specifičnog koeficijenta sleganja«. Radi po-

ređenja rezultata dobivenih u laboratoriji i na terenu, izvršeni su opiti probnog opterećenja na više gradilišta. Poznavajući jačinu na smicanje i stišljivost slojeva lesa, kao i njihovu promjenu u zavisnosti od sadržine vode i zapreminske težine, moguće je da se problem granične ravnoteže loma i granične ravnoteže deformacija u svakom pojedinom slučaju rješava odvojeno. 38 str., 35 sl., 8 tab.; 65 pod. cit. lit.

UDK 624.131.2

DGA-82

Ispitivanje zvučnih osobina tavanica (tema 113)

Skraćeni elaborat Instituta za ispitivanje materijala N. R. Srbije (ispitiavnja izvršio S. Milosavljević). — Uvod. Kratak opis ispitivanja. Ispitivanje zvučnih osobina na zvuk prenešen zrakom — zvučne izolacije (gušenja): tavanice tipa »Avramenko«, tipa »Ing. Žeželj«. Ispitivanje zvučnih osobina tavanica za zvuk prenesen udarom — propustljivosti zvuka proizvedenog udarom za iste tipove tavanica. 15 str., 13 sl., 25 tab.

UDK 699.844; 69.025.22

DGA-83

Kolektivne zgrade — III

Dokumentacija o zgradama studentskih domova (prikupio i sredio prof. M. Bajlon). 18 str., 42 sl., 11 pod. cit. lit.

UDK 728.226; 728.54

DGA-84

Postdiplomske studije za mlade inženjere i arhitekte iz privrede

Napisao D. Kalafatović. Organizuju se kursevi od 1 do 2 semestra za slijedeće teme: Industrijalizacija stambene izgradnje (Ljubljana), Unutrašnja oprema i obrada u savremenoj stambenoj izgradnji (Ljubljana), Urbanizam i komunalna tehnika (Sarajevo), Zavarivanje (Beograd). Tečajevi će početi sa radom najkasnije 1 decembra 1959 godine. 3 str.

UDK 378

DGA-85

Elaborat o kompleksno obrađenom praktičnom primjeru

Recenzija publikacije I. Žica i M. Cvetića o nagrađivanju po jedinici proizvoda, obračun po ekonomskim jedinicama i pravilniku o premijama u građevinarstvu. 5 str.

UDK 331.23:69

TKD-10

Cijene graeđvinskog materijala u mjesecu julu 1959.

Prema evidenciji Savezne građevinske komore. 10 str. tabela (izmjene u odnosu na cijene u junu 1959 objavljene u TKD-9).

UDK 338.5:691 Nastavit će se.

NOVE PUBLIKACIJE JUGOSLOVENSKOG CENTRA

Bez dokumentacijske službe nema sistematike u radu, a za dokumentacijsku službu neophodno je imati spisak časopisa iz tehnike i nauke i tablice UDK

Odazivajući se željama svojih pretplatnika i drugih stručnjaka i interesenata Jugoslovenski centar za tehničku i naučnu dokumentaciju izdao je publikaciju Časopisi iz tehnike i nauke 1959, Beograd, Admirala Geprata 16, sa željom da ispuni prazninu u našoj bibliografiji, kao i da olakša i omogući pravilan rad našim stručnjacima iz preduzeća i ustanova u iznalaženju stručne literature.

Ta publikacija je registar svih stranih i domaćih časopisa iz raznih grana tehnike i nauke (preko 3 000 naslova) koje prima Jugoslovenski centar i ima ih u svom knjižnom fondu, a koje stoji svim zainteresovanim stručnjacima na raspoloženju za iskorištenje bilo u čitaonici Jugoslovenskog centra, bilo putem fotokopija i mikrofilmova, koje izrađuje fotoservis Centra, a odobrenim devizama Centar može da nabavlja i sve foto- i mikro-snimke iz inostranstva.

Napominjemo, da je to najveći fond stručnih časopisa u zemlji i da obuhvata u svemu oko 227 000 svezaka, pa možemo čak i reći da je od 1950 g. uglavnom u kontinuitetu s nabavkom svih volumena.

Publikacija »Časopisi iz nauke i tehnike 1959« sastavljena je iz dva dela:

1) Sistematski deo, u kome su časopisi razvrstani prema UDK (Univerzalnoj decimalnoj klasifikaciji), tako, da se vrlo lako mogu naći u odgovarajućim grupama koje interesuju korisnike. Pored naslova časopisa nalazi se i signatura biblioteke Jugoslovenskog centra, na osnovu koje se može tražiti časopis.

2) Azbučni deo, u kome su časopisi raspoređeni abecednim redom sa navedenom UDK grupom i signaturom biblioteke.

»Časopisi iz tehnike i nauke 1959« obuhvataju 167 strana, a cena u pretplati je Din 600.—, dok će knjižarska cena iznositi oko Din 700. Kako je publikacija štampana u ograničenom broju primeraka, molimo sve zainteresovane koji iskorišćuju stručne časopise da što pre jave Jugoslovenskom centru svoje potrebe, kako ne bi eventualno usled velike tražnje ostale bez knjige.

Jugoslovenski centar pripremio je takođe i dao u štampu publikaciju tablice »Univerzalna decimalna klasifikacija«, prevedenu na srpsko-hrvatski jezik, izgrađenu prema poslednjem trojezičnom nemačko-englesko-francuskom izdanju i uskoro će je pustiti u prodaju. Kako je i ta publikacija ne samo važna nego i neophodna za pravilnu klasifikaciju knjižnog fonda stručnih biblioteka i dokumentacijskih kartoteka, a izdanje je ograničeno, pozivamo sve zainteresovane da se na nju što pre pretplate.

Skraćeno izdanje »Univerzalna decimalna klasifikacija« sastoji se od tri dela: uvoda s uputstvima upotrebe: sistematskog dela sa tablicama, u kojima je razvrstano preko 12 000 pojmova po grupama, podgrupama i detaljima podgrupa, i na kraju indeks svih pojmova.

Cena jednog primerka u tvrdom platnenom povezu u pretplati je 3 000 Din, dok će knjižarska cena biti oko 3 500 Din, pa je u interesu svakog da se na knjigu pretplati, to pre što je štampana u ograničenom broju primeraka.

DIAGRAMI ZA STATIČNO RAČUNANJE OKROGLIH REZERVOARJEV. Ing. Svetko Lapajne, profesor univerze v Ljubljani, ponatis iz »Gradbenega vestnika« št. 60 — 1959., 8 strana, Din 250.—. Narudžbe prima »Gradbeni vestnik«, Ljubljana.

